

Döbereiner

Pag.
I } 22, 21, 22
II } 23, 23
III }

231 } [illegible] 245
240 }

25) [illegible]

16 [illegible]

54 [illegible]
59. 60, [illegible]
61 [illegible]
65 [illegible]

<36616550980010

Döbereiner

I } Pag.
II } 22, 21, 22
III } 23, 23

231 } [illegible] 245
240 }

25 } [illegible]

161 [illegible]

54 [illegible]

59. 60, [illegible]

61 [illegible]

65 [illegible]



<36616550980010

Döbereiner

Pag.
I } 21, 22
II } 23
III }

231 } ... 245
240 }

[illegible]





Döbereiner

I } Pag. 22, 21, 22
II } 23, 23
III }

231 } ... 245
240 }



Döbereiner

Pag.
I 22, 21, 22
II 23, 23
III

231 [illegible] 245
240

[illegible]

54 [illegible]
59. 60, [illegible]
61 [illegible]
65 [illegible]

Von meinem lieben Freunde Walther Gottlieb Heerwagen geliehen erhalten.

Ch. 23/8 55 Wörth

Der angehende Chemiker

oder

Einleitung in die technische Chemie

mit Angabe der interessantesten Experimente.

Zum Gebrauch

für Alle, welche sich mit der Chemie nach ihren Gesetzen und deren Anwendung im Leben beschäftigen oder bekannt machen wollen.

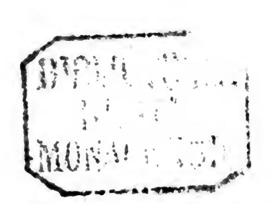
Von

Dr. Fr. Döbereiner,

Assistenten des physikalischen Kabinets und chemischen Laboratorii auf der Universität Halle, Ehrenmitglied des norddeutschen Apothekervereins.

Stuttgart 1839.

P. Balz'sche Buchhandlung.



Herrn

Dr. Fr. W. Gleitsmann,

Rittergutsbesitzer auf Wildenhayn, früher Stadtapotheker in Altenburg,

und

Herrn J. J. Hartcop,

Apotheker zu Opladen, im Regierungsbezirk Düsseldorf,

seinen freundlichen Lehrern und Gönnern

als ein Zeichen der Dankbarkeit und Verehrung

gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Die meisten der über angewandte Chemie erschienenen Hand- und Lehrbücher sind für Solche berechnet, welche sich in einem reiferen Alter befinden und von denen gewisse chemische Vorkenntnisse zu erwarten sind, und handeln oft über Dinge so kurz, daß sie von denjenigen, welche keine chemische Schule durchgemacht haben oder sich in einem jüngeren Alter befinden, nicht verstanden werden können. Diesem Uebelstand wünscht nun der Verfasser, so weit es in seinen Kräften steht, durch die Herausgabe dieses Buches abzuhelfen. Da aber die Jugend durch die Aufzählung der großen Menge von Thatsachen leicht von einem weiteren Fortschreiten in der Chemie abgehalten wird, so hat der Verfasser meist nur diejenigen hervorgehoben, die im Leben und Gewerbe sich darbieten, und dieselben durch die möglichst genaue Angabe der zur Verständigung nöthigen und leicht

anzustellenden Experimente zu einer angenehmen Belehrung für die Jugend zu machen gesucht. Es ist aber auch das für den Gewerbsmann und Fabrikanten Nutzbare nicht übergangen worden, so daß jene, so weit diese Abtheilung die Gegenstände umfaßt, Belehrungen finden werden. Auch Lehrer der Chemie an Gewerbs- und Realschulen, welche bei meist unzureichenden Mitteln oft wegen der zur Belehrung nöthigen Experimente in Verlegenheit kommen können, werden hier den Weg vorgezeichnet finden, wie sie auf eine einfache und wohlfeile Weise jene anstellen können.

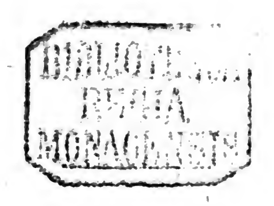
Für den Abschnitt der nichtmetallischen Stoffe befolgte der Verfasser den von der Verlagshandlung verlangten Plan; in dem folgenden Abschnitt aber mußte er diesen fast gänzlich verlassen, da er hierdurch zu compendiös geworden wäre. Wenn sich vorliegendes Werk einer guten Aufnahme zu erfreuen hat, so soll alsbald eine zweite Abtheilung, enthaltend die Chemie der schweren Metalle, nachfolgen.

Halle, im September 1839.

Dr. Fr. Döbereiner.

Inhaltsverzeichniſs.

Von den metallischen Stoffen.



Einleitung.

Wilhelm zeigte schon in seinen ersten Jünglingsjahren viel Liebe für die Naturwissenschaften und besonders für den chemischen Theil derselben: die Veränderungen, welche die verschiedenen Körper unserer Erde an der Luft, im Feuer, im Wasser und durch andere Substanzen erleiden, beobachtete er sehr oft und er suchte den Grund dieser Veränderungen durch Belehrungen von gebildeten Männern zu erforschen. Wilhelms Vater war hierüber sehr erfreut und unterstützte die Liebe seines Sohnes für diesen Zweig der Naturwissenschaften dadurch, daß er ihn von einem tüchtigen Lehrer der Chemie unterrichten und für seinen häuslichen und selbstständigen Fleiß einen kleinen chemischen Apparat ankaufen ließ.

Wilhelm, der aufmerksamste Zuhörer seines Lehrers, suchte seine Kenntnisse durch selbstangestellte Versuche zu befestigen und zu erweitern und war auf diese Weise in einem Alter von 18 Jahren

mit den hauptsächlichsten Erscheinungen, die durch die chemische Veränderung der Körper hervorgerufen werden, mit den Ursachen und den Gesetzen, durch welche die Körper verändert werden, so wie auch mit der technischen Verarbeitung und Anwendung der verschiedenen Stoffe, die auf unserer Erde vorhanden sind, bekannt geworden.

Bei den Experimenten, die Wilhelm zu Hause anstellte, waren gewöhnlich einige seiner Freunde gegenwärtig, die selbst auch sehr wißbegierig waren und ihn baten, ihnen Erklärung über die Erscheinungen, die sie dabei zu beobachten Gelegenheit hatten, zu geben. Wilhelm that dieses sehr gern und hatte auch dafür die Freude, daß ihn seine Freunde endlich ersuchten, eine Reihe von Versuchen und interessanten Erscheinungen vorzunehmen und sie mit den Ursachen und Gesetzen derselben bekannt zu machen; hierzu verstand er sich sehr gern, wohl wissend, daß er bei dem Lehren selbst auch lernen würde. Er nahm sich vor, diejenigen Experimente vorzunehmen, welche besonders geeignet sind, auf die chemischen Grundgesetze aufmerksam zu machen und die im größeren Maßstab im allgemeinen Leben vorgenommen werden und seinen Freunden dann, so viel es in seinen Kräften stand, Erklärung und Belehrung über das Gesehene zu geben.

Erstes Kapitel.

Begriff und Eintheilung der Chemie.

Wilhelm glaubte, daß es, bevor er die chemischen Versuche und die Erklärung vornehme, nothwendig sei, seinen Freunden kurz einen Begriff der Chemie zu geben und that dieses in folgender Weise.

Die Chemie befaßt sich damit, die Bestandtheile unserer Erde nach ihrer inneren Natur, nach den Ursachen ihrer materiellen, d. h. in die Sinne fallenden Veränderungen, und die Gesetze, unter welchen diese stattfinden, kennen zu lernen. Sie zerfällt in die reine und in die angewandte Chemie. Die reine Chemie umfaßt das ganze chemische Wissen und gibt Belehrung über die chemischen Eigenschaften aller einfachen und zusammengesetzten Arten der Körper, über die bekannten chemischen Erscheinungen und die diesen zu Grunde liegenden Ursachen in systematischer Ordnung, ohne ihre Anwendbarkeit zu berücksichtigen. Die angewandte Chemie gibt dagegen Belehrung, wie die bekannten chemischen Thatsachen entweder zur Erklärung von Naturerscheinungen oder zur Darstellung, Vermehrung, Benutzung und Veredlung der Genußmittel und der Existenz des Lebens dienen können: sie zerfällt daher je nach ihrer Anwendung in verschiedene Zweige und man theilt sie in die physikalische, meteorologische, mineralogische, organische, medicinische

und pharmaceutische, agronomische und technische Chemie. Während sich die reine Chemie mit allen einfachen Stoffen und deren Verbindungen beschäftigt, ist die angewandte Chemie nur auf eine gewisse Zahl derselben beschränkt.

Diejenigen Stoffe, an denen es bis jetzt noch nicht gelungen ist, sie weiter zu zerlegen, d. h. zwei oder mehrere andere Stoffe daraus abzuscheiden, werden Elemente genannt; die Zahl derselben ist bis jetzt auf 55 gestiegen. In frühesten Zeiten schon wurde dieser Ausdruck für die Luft, das Wasser und die Erde gebraucht; aber die neuesten Zeiten haben gelehrt, daß gerade diese drei genannten Substanzen zusammengesetzter Natur sind, und diesen Namen nur in der Beziehung verdienen, weil sie die uranfänglichen Grundlagen der Pflanzen- und der Thierwelt sind. Unsere Erde als Masse enthält alle 55 Elemente und wahrscheinlich deren noch mehr, theils frei, theils unter einander verbunden; die Luft enthält, so wie das Wasser, jedes der Hauptsache nach zwei Elemente, erstere bloß im gemengten, letzteres im verbundenen Zustand; beide enthalten aber einen Bestandtheil, der besonders die Veränderung der Stoffe und die dabei stattfindenden Erscheinungen bedingt.

Zweites Kapitel.

Von der chemischen Verbindung.

Wilhelm ging nun auf einige Versuche über, in welchen gezeigt werden soll, wie die materiellen Eigenschaften eines Stoffes durch Hinzutreten eines Zweiten verändert werden. Er erhitzte Kupferdrehspäne, die rein metallisch waren, in einem offenen hessischen Schmelztiegel bis zum Glühen und rührte öfters die Späne mit einem eisernen Stab um; bald erhielt das Kupfer ein schwarzes Ansehen und gab nach dem Erkalten bei dem Zerreiben ein schwarzes Pulver. Seine Freunde waren erstaunt, daß das Kupfer sich so verändert habe, da doch auf keine merkliche Weise eine andere Substanz hinzugetreten sei. Wilhelm erklärte ihnen aber, daß die Veränderung der Eigenschaften des Kupfers bei der stattfindenden Hitze durch das Hinzutreten eines Bestandtheils der atmosphärischen Luft verursacht worden wäre. Das Kupfer ist ein einfacher Stoff, die atmosphärische Luft aber besteht aus Sauerstoff und Stickstoff, welche beide luftförmig und unsichtbar sind; beide, nämlich das Kupfer und die Luft, können bei gewöhnlicher Temperatur immer neben einander liegen, ohne daß eine Veränderung der Eigenschaften des Kupfers oder der Luft wahrzunehmen sei, haben also keine Wirkung gegen einander; wird aber das Kupfer in Berührung mit der Luft erhitzt, so ist die Bedingung gegeben, daß der Sauerstoff

der atmosphärischen Luft auf das Kupfer wirken und sich mit ihm verbinden kann. Es wird diese Erscheinung die chemische Wechselwirkung, welche durch die Anziehungskraft des Kupfers zum Sauerstoff bedingt ist, diese Kraft aber die chemische Verwandtschaft oder Affinität und das neu entstehende Produkt eine chemische Verbindung genannt.

Es gibt drei Bedingungen, die zur chemischen Wechselwirkung zweier oder mehrerer Stoffe nothwendig sind, nämlich die elektrochemische Differenz der Stoffe, unmittelbare Berührung und Beweglichkeit, d. h. flüssiger oder luftförmiger Zustand derselben. Bei dem Erhitzen des Kupfers sind diese drei Bedingungen vorhanden, nämlich die elektrochemische Differenz des Kupfers gegen den Sauerstoff der atmosphärischen Luft, die unmittelbare Berührung mit dem Sauerstoff der Luft und der luftförmige Zustand derselben, weßhalb das Kupfer noch nicht einmal der Schmelzhitze bedarf, um sich mit dem Sauerstoff zu verbinden.

Einer von Wilhelms Freunden fragte ihn, warum sich nur der Sauerstoff der atmosphärischen Luft und nicht auch der Stickstoff derselben mit dem Kupfer verbinde, worauf ihm Wilhelm erwiederte: Zwischen dem Kupfer und dem Stickstoff findet keine elektrochemische Differenz statt; letzterer zeigt vielmehr in seinem Verhalten gegen viele andere Stoffe selbst etwas Metallähnliches: da aber Gleichartiges sich abstößt und nur Ungleichartiges sich anzieht, so läßt es sich erklären, warum der Stickstoff sich nicht mit dem Kupfer verbinde.

Wilhelm machte seine Freunde nun noch darauf aufmerksam, daß beim Schmelzen des Bleies oder Zinnes an der Luft ähnliche Verbindungen eingeleitet werden, indem sich diese mit einer grauen, nicht schmelzbaren Haut bedecken, welche aus Sauerstoff und Blei oder Zinn bestehe.

Um seinen Freunden zu zeigen, daß, um eine chemische Wechselwirkung bei gewöhnlicher Temperatur einzuleiten, die flüssige Form der Körper nothwendig sei, legte Wilhelm in eine Schale Weinsteinsäure und kohlensaures Natron in unmittelbare Berührung, wobei keine Veränderung beider wahrzunehmen war; so wie er aber Wasser darauf goß, in welchem sich beide Körper lösen, trat eine stürmische Entwickelung von Luftblasen ein, welche dadurch hervorgerufen wird, daß die Weinsteinsäure sich mit dem festen Bestandtheil des kohlensauren Natron verbindet und den luftförmigen, die Kohlensäure austreibt.

Drittes Kapitel.

Von der chemischen Zersetzung.

Da Wilhelm seinen Freunden gezeigt hatte, wie die Eigenschaften eines Stoffes durch das Hinzutreten eines anderen gänzlich verändert werden könnten, so wollte er ihnen auch zeigen, daß die

in Verbindung getretenen Körper nicht vernichtet, sondern nur der freien Aeußerung ihrer Eigenschaften beraubt worden waren.

Er nahm rothes Quecksilberoxyd, welches auf die Weise bereitet worden war, daß kochendes Quecksilber mehrere Wochen lang mit der atmosphärischen Luft in Berührung gehalten wurde, und erhitzte dieses in einer stumpfwinklig gebogenen, an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre; das offene Ende brachte er in die Mündung einer mit Wasser gefüllten und umgestürzten Flasche; beim Erhitzen des Theiles der Röhre, wo sich das Quecksilberoxyd befand, traten durch die Oeffnung der Röhre in die Flasche eine Menge Luftblasen und in der Röhre selbst setzten sich kleine metallische Kugeln ab, welche sich zu größeren vereinigten und in die Schale abfloßen. Die Flasche hatte sich ganz mit Luft gefüllt. Wilhelm erklärte nun seinen Freunden diesen Erfolg folgender Maßen: Wenn Quecksilber in einem sehr langhalsigen und offenen Gefäß längere Zeit hindurch im gelinden Kochen erhalten wird, so nimmt es aus der Luft, eben so wie das Kupfer, nur langsamer, Sauerstoff auf und verwandelt sich nach und nach in ein rothes Pulver; wird dieses Pulver aber einer stärkeren Hitze ausgesetzt, wie es durch Erhitzen desselben in der Glasröhre geschehen ist, so entläßt es den aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff wieder im luftförmigen Zustand und das Quecksilber tritt im metallischen und flüssigen Zustand auf.

Da es nur wenige Verbindungen gibt, die durch bloße Erhitzung in ihre Grundstoffe zerfallen, so wollte Wilhelm seinen Freunden

zeigen, wie durch Hinzutreten eines dritten Körpers wenigstens der eine der in Verbindung getretenen Stoffe wieder mit seinen früheren Eigenschaften begabt ausgeschieden werden könnte. Er vermengte die schwarze Verbindung, die er durch Erhitzen des Kupfers erhalten hatte, mit einer gewissen Menge feingepulverter Kohle, gab das Gemenge in eine ähnliche Röhre, wie er zur Zersetzung des Quecksilberoxydes benutzt hatte, brachte die Oeffnung ebenfalls wieder in die Mündung einer mit Wasser gefüllten und umgestürzten Flasche ganz auf dieselbe Weise wie früher, und erhitzte die Röhre da, wo sich das Gemenge befand, recht stark durch ein paar Spirituslampen; nach einiger Zeit traten wiederum Luftblasen auf und der Inhalt der Röhre wurde kupferroth. Wilhelm erklärte dieses auf die Weise: die Kohle, welche bei der stattfindenden Temperatur eine größere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, als das Kupfer, entzieht der schwarzen Verbindung des Kupfers allen Sauerstoff und verwandelt es wieder in metallisches Kupfer, während sie mit dem Sauerstoff eine luftförmige Verbindung bildet, welche entweicht. Um nun zu zeigen, daß das erhaltene Kupfer seine früheren Eigenschaften wieder erhalten habe, sich mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu verbinden, und zugleich auf einem anderen Weg es wieder metallisch darzustellen, nahm er den Inhalt der Röhre auf eine flache Schale von Metall und erhitzte ihn mittels der Flamme einer Spirituslampe recht stark; das Kupfer wurde wieder schwarz; er goß nach dem Erkalten Schwefelsäure darauf, wodurch es gänzlich verschwand und die Flüssigkeit eine blaue Farbe

erhielt; in diese Flüssigkeit stellte er einen starken und blanken Eisendraht, an welchem sich schnell eine rothe Substanz niederschlug, die Flüssigkeit verlor nach und nach ihre blaue Farbe und wurde schwach grünlich, während das Eisen sich mit einer festen Decke von Kupfer bedeckt und viel von seiner Stärke verloren hatte. Wilhelm erklärte nun den Erfolg so: die Schwefelsäure löst zwar die schwarze Kupferverbindung auf, verläßt aber dieselbe wieder, wenn sie Eisen vorfindet, da sie eine größere Neigung zu diesem als zum Kupfer hat; da das Eisen sich aber nicht im metallischen Zustand mit der Schwefelsäure verbinden kann, sondern auf gleiche Weise, wie das Kupfer, mit Sauerstoff verbunden sein muß, so entzieht es der Kupferverbindung auch den Sauerstoff und scheidet dieses in metallischem Zustand aus.

Wilhelm lös'te auch ein reines Silberstück in Salpetersäure auf und setzte in die Auflösung einen Kupferdraht; hier tritt gleiche Ursache und ähnlicher Erfolg ein. Das Silber schied sich in Blättchen an dem Kupferdraht ab und die Flüssigkeit wurde blau. Seine Freunde fragten ihn, warum sich beim Lösen des Silbers in Salpetersäure die große Menge von rothen Dämpfen entwickelt hätten, was er ihnen so erklärte. Mit wenigen Ausnahmen können sich nur einfache mit einfachen und zusammengesetzte mit zusammengesetzten Körpern verbinden. Bei der Bildung der schwarzen Verbindung des Kupfers hatte sich ein einfacher Stoff mit einem einfachen verbunden, bei der Lösung dieser Verbindung in Schwefelsäure ein zusammengesetzter Körper mit einem zusammengesetzten.

Deßhalb nahm das Eisen bei der Einwirkung auf die Kupferlösung auch den Sauerstoff der schwarzen Kupferverbindung auf und löste sich nun als ein zusammengesetzter Körper in der Schwefelsäure. Würde reines metallisches Kupfer mit Schwefelsäure behandelt, so müßte ein Theil der letzteren, welche aus Schwefel und Sauerstoff besteht, zersetzt werden, indem sich das Kupfer erst mit dem Sauerstoff verbinde und dann in der übrigen unzersetzten Schwefelsäure löse. Eben so verhält es sich mit dem Lösen des Silbers in Salpetersäure; ersteres ist ein einfacher Stoff, letztere eine sehr sauerstoffreiche Verbindung, welche ein großes Bestreben hat, sich mit anderen ihr im chemischen Gegensatz befindlichen Körpern zu verbinden; um hierzu zu gelangen, gibt sie theilweise ihren Sauerstoff an den einfachen Körper ab, wodurch dieser fähig gemacht wird, sich mit einem anderen unzersetzten Theil der Salpetersäure zu verbinden. Die rothen Dämpfe, welche beim Lösen des Silbers auftreten, waren der Erfolg dieses Bestrebens, indem sie ein durch das Silber zum Theil entsauerstoffte Salpetersäure sind.

Wilhelm stellte noch in die durch Kupfer von Silber befreiten Flüssigkeit einen Eisendraht, wodurch, wie im ersten Versuch, das Kupfer ausgeschieden wurde, und deutete nun seinen Freunden an, daß die Körper unter einander sich nicht gleichartig anziehen, sondern daß ein Körper eine größere Anziehungskraft zu dem einen als zu dem anderen Körper habe; in den hier angestellten Versuchen kann zwar die Salpetersäure Silber lösen, aber die Auflösung wird durch Kupfer und die Auflösung dieses wieder durch Eisen zersetzt, was

anzeigt, daß die Salpetersäure sich lieber mit sauerstoffhaltendem Eisen als mit Kupfer oder Silber und lieber mit Kupfer als mit Silber verbinde.

Viertes Kapitel.

Von dem Gewicht, in dem sich die Stoffe verbinden.

Wilhem erhitzte nochmals, aber eine gewogene Menge Kupfer in einem Tiegel über der Spirituslampe und sagte voraus, daß 32 Theile[1] desselben nach und nach 8 Theile des luftförmigen Stoffes aufnehmen würden, dann aber auch das Maximum der Gewichtszunahme eingetreten sein müßte; dieses traf auch zu, denn Wilhelm hatte 32 Gran reines Kupfer, welches fein zertheilt war, erhitzt und erhielt 40 Gran der schwarzen Verbindung; nachher konnte er diese noch so lang und stark erhitzen, es war weder eine Gewichtszunahme, noch ein Gewichtsverlust zu bemerken. Seine Freunde wunderten sich, daß er die Größe der Zunahme so genau gekannt hätte und daß das Kupfer nicht mehr von dem luftförmigen Bestandtheil aufnehme, da die atmosphärische Luft doch hinzutreten könne. Wilhelm erläuterte ihnen dieses auf folgende Weise:

[1] In den Beispielen von den Verbindungsverhältnissen der Stoffe werden der Kürze halber immer nur ganze Zahlen angegeben, da auch die Bruchstellen öfters Veränderungen erleiden.

Alle einfache oder zusammengesetzte Körper verbinden sich unter einander unter gewissen gegebenen Bedingungen stets in festen unveränderlichen Verhältnissen und behelten das Verhältniß, in welchem sie sich mit dem einen Körper verbinden, bei der Verbindung mit anderen Körpern bei. Das Verhältniß des Kupfers zum Sauerstoff muß daher wie 32 zu 8 sein, da 32 Theile Kupfer nicht mehr als 8 Theile von Sauerstoff aufgenommen haben, um eine mit Sauerstoff gesättigte Verbindung zu bilden.

Um nun das Verhältniß des Eisens zu dem des Kupfers finden zu können, löſte Wilhelm die schwarze Kupferverbindung in so viel verdünnter Schwefelsäure, daß letztere nur hinreichend war, jene zu lösen und stellte dann einen gewogenen Eisendraht in die Flüssigkeit; nachdem alles Kupfer ausgeschieden und von dem Eisen entfernt war, hatte letzteres 27 Gran verloren und 32 Gran Kupfer waren ausgeschieden worden. Das Verhältniß des Eisens zu dem des Kupfers ist also wie 27 zu 32 und es muß 8 Gran Sauerstoff auch aufgenommen haben, da das Kupfer sich rein metallisch abgeschieden hatte und keine Entwickelung von Luftblasen wahrgenommen wurde; demnach ist das Verhältniß des Eisens zum Sauerstoff in diesem Fall wie 27 zu 8. Wilhelm gab nun in nachfolgender Tabelle die durch Versuche und Vergleichungen gefundenen Verhältnisse an, in welchen sich die einfachen Stoffe unter einander verbinden können und welche zugleich sämmtliche bis jetzt als einfach erkannte Stoffe und deren chemische Bezeichnung, welche aus den lateinischen Namen derselben gebildet ist, darstellt:

				Chem. Zeichen		
Wasserstoff	=	1,0	=	H	von	Hydrogenium
Kohlenstoff	=	6,1	=	C	"	Carbonium
Lithium	=	6,3	=	L	"	Lithium
Kiesel	=	7,5	=	Si	"	Silicium
Sauerstoff	=	8,0	=	O	"	Oxygenium
Alumium	=	8,8	=	Al	"	Alumium
Magnesium	=	12,6	=	Mg	"	Magnesium
Stickstoff	=	14,2	=	N	"	Nitrogenium
Phosphor	=	15,7	=	P	"	Phosphorus
Schwefel	=	16,1	=	S	"	Sulphur
Beryllium	=	17,6	=	Be	"	Beryllium
Fluor	=	18,6	=	F	"	Fluor
Calcium	=	20,5	=	Ca	"	Calcium
Boron	=	21,8	=	B	"	Boronium
Zircon	=	22,4	=	Z	"	Zirconium
Natrium	=	23,3	=	Na	"	Natrium
Titan	=	24,3	=	Ti	"	Titanium
Eisen	=	27,2	=	Fe	"	Ferrum
Mangan	=	27,6	=	Mn	"	Manganium
Chrom	=	28,2	=	Cr	"	Chromium
Kobalt	=	29,5	=	Co	"	Cobaltum
Nikel	=	29,6	=	Ni	"	Nicolum
Kupfer	=	31,6	=	Cu	"	Cuprum
Yttrium	=	32,1	=	Y	"	Yttrium

				Chem. Zeichen		
Zink	=	32,3	=	Zn	von	Zincum
Chlor	=	35,4	=	Cl	"	Chloreum
Arsenik	=	37,5	—	As	"	Arsenicum
Kalium	=	39,2	=	K	"	Kalium
Selen	=	40,2	=	Se	"	Selenium
Strontium	=	43,8	=	Sr	"	Strontium
Cerium	=	46,0	=	Ce	"	Cererium
Molybdän	=	47,9	=	M	"	Molybdänium
Rhodium	=	52,1	=	R	"	Rhodium
Palladium	=	53,3	=	Pd	"	Palladium
Kadmium	=	55,7	=	Cd	"	Cadmium
Zinn	=	58,8	=	Sn	"	Stannum
Thorium	=	59,3	=	Th	"	Thorium
Tellur	=	64,1	=	Te	"	Tellurium
Antimon	=	64,5	=	Sb	"	Stibium
Gold	=	66,2	—	Au	"	Aurum
Barium	=	68,3	=	Ba	"	Barium
Vanadin	=	68,6	=	V	"	Vanadium
Wismuth	=	71,0	=	Bi	"	Bismuthum
Brom	=	78,2	=	Br	"	Bromium
Wolfram	=	94,7	=	W	"	Wolframium
Platin	=	98,6	=	Pt	"	Platinium
Osmium	=	99,4	=	Os	"	Osmium
Quecksilber	=	101,3	=	Hg	"	Hydrargyrum

				Chem. Zeichen		
Iridium	=	101,8	=	Ir	„	Iridium
Blei	=	103,5	=	Pb	„	Plumbum
Silber	=	108,1	=	Ag	„	Argentum
Jod	=	126 3	=	J	„	Jodeum
Tantal	=	182,2	=	Ta	„	Tantalium
Uran	=	216,9	=	U	„	Uranium
Lantan	=	?	=	La	„	Lantanium.

Wilhelm machte seine Freunde aufmerksam, von welcher Wichtigkeit die Kenntniß dieser Verhältnisse, in welchen sich die einfachen Stoffe unter einander verbinden, für Alle, die sich mit der Chemie sowohl theoretisch als praktisch beschäftigen, ist, denn sie schützt nicht allein gegen kostspielige Versuche, da sie die Gewichtsmengen ausdrückt, in welchen sich die Stoffe verbinden, sondern zeigt auch an, welche Gewichtsmenge eines Stoffes nothwendig ist, um ein gegebenes Gewicht einer Verbindung zu zersetzen und diejenigen Stoffe aufzufinden, welche nicht allein durch ihre Wohlfeilheit, sondern auch durch ihr geringes Verhältniß schicklich sind, eine Verbindung zu zersetzen. Um ein Beispiel dieser Art zu geben, deutete Wilhelm auf die Auflösung des Silbers in Salpetersäure; soll aus dieser Lösung, welche z. B. 108 Gran Silber enthält, das Silber durch irgend ein anderes Metall wieder geschieden werden, wie z. B. Zink, Kupfer oder Eisen, so sind vom ersteren und zweiten 32 Gran, von Eisen aber nur 27 Gran nothwendig; dieses Metall ist nun auch wohlfeiler als die beiden andern und daher, da er dieselbe Wirkung äußert, jenen vorzuziehen.

Die Verhältnißzahlen, in welchen sich die Stoffe unter einander verbinden, werden das Mischungsgewicht, das chemische Aequivalent oder das Atomengewicht derselben genannt.

Aber nicht immer verbinden sich die Stoffe in den angegebenen Verhältnissen; denn öfters kann ein Stoff von einem andern Stoff mehr als ein Verhältniß aufnehmen, das Mehr ist aber immer ein Vielfaches oder ein aliquoter Theil des ersten. Wilhelm wollte seine Freunde nur auf zwei Stoffe aufmerksam machen, die diese Eigenschaft haben, zeigte ihnen aber in nachfolgender Tabelle, daß das Mehr des Gewichtes, mit dem des ersten Verhältnisses dividirt, immer ganze oder aliquote Faktoren gibt. Es verbinden sich nämlich

14	Stickstoff	mit	8 Sauerstoff, aber auch		
14	„	„	16 (= 8 × 2)	Sauerstoff,	
14	„	„	24 (= 8 × 3)	„	und
14	„	„	40 (= 8 × 5)	„	oder
28	Mangan	mit	8 Sauerstoff, aber auch		
28	„	„	12 (= 8 × 1,5)	Sauerstoff,	
28	„	„	16 (= 8 × 2)	„	
28	„	„	24 (= 8 × 3)	„	und
28	„	„	28 (= 8 × 3,5)	„	

In dieser kleinen Tabelle ist nun gezeigt, daß die Gewichtszahlen, in welchen sich der Sauerstoff mit dem Stickstoff vereinigt, immer ganze Faktoren der ersten Verhältnißzahl, und in denen sich der Sauerstoff mit dem Mangan vereinigt, entweder ebenfalls ganze

Faktoren oder 1½ oder 3½ Verhältnisse des ersten sind. Niemals aber verbinden sich die angegebenen Verhältnißzahlen des Stickstoffes oder des Mangans mit 9, 10, 13, 15 u. s. w. Sauerstoff.

Wilhelm wurde von seinen Freunden befragt, warum er in der Tabelle, in welcher die einfachen Stoffe und ihre Verhältnißzahlen aufgeführt sind, auch bei Jedem derselben ein Buchstabenzeichen gemacht habe, was er ihnen so erklärte. Man hat diese Bezeichnung deßhalb eingeführt, um bei dem Ausdruck ihrer chemischen Verbindung, oder bei der Erklärung der Bildungsprozesse eine gewisse Kürze behaupten zu können; es sind die Anfangsbuchstaben der lateinischen Benennung der einfachen Stoffe. Da sich aber mehrere Stoffe mit ein und demselben Buchstaben anfangen, so ist für diese Fälle der nächste Vokal, und ist auch dieser bei mehreren Namen gleich, einer der nächsten Consonanten angefügt worden; so ist z. B. S die Bezeichnung des Schwefels (Sulphur), Se die des Selens, Sb die des Antimons (Stibium), Sr die des Strontiums und Sn die des Zinnes (Stannum), C die des Kohlenstoffes (Carbonium), Ca die des Calciums, Ce die des Cerers, Co die des Kobalts (Cobaltum), Cu die des Kupfers (Cuprum), Cd die des Kadmiums, Cl die des Chlor, Cr die des Chroms ꝛc. Soll nun die Verbindung zweier Stoffe ausgedrückt werden, so setzt man bloß ihre Zeichen neben einander; so bezeichnet CuS eine Verbindung von Kupfer und Schwefel, CuCl eine von Kupfer und Chlor, CuO eine von Kupfer und Sauerstoff nach den Verhältnissen zusammengesetzt, wie sie die entsprechenden Zahlen in der Tabelle

angeben. Verbindet sich ein Stoff mit einem anderen in mehr als einem Verhältniß, wie z. B. in der vorhergehenden Tabelle angegeben ist, so wird das Mehr durch Nebensetzung der Zahl, welche das Verhältniß ausdrückt, angegeben und demnach für die Verbindungen in der angeführten Tabelle folgende Bezeichnung erhalten:

	14	Stickstoff	verbunden	mit	8	Sauerstoff	$= NO$
	14	"	"	"	16	"	$= NO_2$
	14	"	"	"	24	"	$= NO_3$
	14	"	"	"	40	"	$= NO_5$
und	28	Mangan	verbunden	mit	8	Sauerstoff	$= MnO$
	28	"	"	"	12	"	$= MnO_{1,5}$
	28	"	"	"	16	"	$= MnO_2$
	28	"	"	"	24	"	$= MnO_3$
	28	"	"	"	28	"	$= MnO_{3,5}$.

Treten zwei solcher Verbindungen zu einer neuen zusammen, ohne dabei irgend etwas auszuscheiden, so werden sie durch Zwischensetzung eines + Zeichen verbunden; so ist $CuO + SO_3$ eine Verbindung von oxydirtem Kupfer mit oxydirtem Schwefel.

Wilhelm machte nun noch seine Freunde aufmerksam, daß bei der Verbindung zweier oder mehrerer einfacher Stoffe zwar die Eigenschaften derselben gänzlich verborgen und neue hervorgerufen würden, das Mischungsgewicht derselben aber unverändert bleibt, d. h. eine Verbindung hat ein Mischungsgewicht, welches gleich ist

dem seiner Bestandtheile zusammengenommen; daher haben die oben angeführten Verbindungen folgende Mischungsgewichte:

$NO = (14,2 + 8,0)\ 22,2$
$NO_2 = (14,2 + 2 \times 8,0)\ 30,2$
$NO_3 = (14,2 + 3 \times 8,0)\ 38,2$
$NO_5 = (14,2 + 5 \times 8,0)\ 54,2$
und $MnO = (27,6 + 8,0)\ 35,6$
$MnO_{1,5} = (27,6 + 1,5 \times 8,0)\ 39,6$
$MnO_2 = (27,6 + 2 \times 8,0)\ 43,6$
$MnO_3 = (27,6 + 3 \times 8,0)\ 51,6$
$MnO_{3,5} = (27,6 + 3,5 \times 8,0)\ 55,6$
und $CuO + SO_3 = (31,6 + 8,0$ und $16,1 + 24,0)\ 79,7$
$CuO + NO_5 = (31,6 + 8.0$ und $14,2 + 54,2)\ 108,0$ u. s. w.

Fünftes Kapitel.

Art und Eintheilung der Stoffverbindungen.

Mit wenigen Ausnahmen verbinden sich nur einfache mit einfachen und zusammengesetzte mit zusammengesetzten Körpern. In Fällen, wo irgend ein einfacher Stoff mit irgend einem zusammengesetzten Körper sich verbindet, ist dieses nur scheinbar, denn es

wird entweder letzterer selbst zersetzt, oder es ist eine dritte Verbindung vorhanden, die zersetzt wird. Beim Lösen des Silbers in Salpetersäure ist das Erstere der Fall; das Silber entzieht nämlich, wie schon früher gesagt, der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs, und verwandelt sich in eine Verbindung, die sich mit der noch unzersetzten Salpetersäure verbinden kann. Ein Fall der zweiten Art ist folgender: bringt man Zink, Schwefelsäure und Wasser zusammen, so verschwindet endlich unter Aufbrausen das Zink und man erhält eine helle Flüssigkeit, welche beim Verdampfen eine weiße Salzmasse giebt. Hier wird durch die Gegenwart der Schwefelsäure das Zink bestimmt, auf das vorhandene Wasser, eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff, zu wirken; das Zink nimmt den Sauerstoff auf, während der Wasserstoff als Luft entweicht und so das Brausen während der Lösung verursacht, und die neue Verbindung von Zink und Sauerstoff verbindet sich mit der Schwefelsäure.

Dieser Zusammensetzungsweise zufolge theilt man die chemischen Verbindungen in drei Ordnungen.

Die erste Ordnung stellt die Verbindungen zweier einfachen Stoffe dar, wie z. B. die oben angeführten Verbindungen des Stickstoffes oder Mangans mit Sauerstoff sind. Die zweite Ordnung faßt die Verbindungen zweier zusammengesetzter Körper der ersten Ordnung in sich, wie z. B. das schwefelsaure Kupfer, salpetersaure Silber u. s. w., welche $CuO + SO_3$ oder $AgO + NO_5$ sind.

Die dritte Ordnung endlich faßt die Verbindungen zweier Zusammensetzungen der zweiten Ordnungen in sich. Der Alaun ist eine Zusammensetzung dieser Art, denn er besteht aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde $= (KO + SO_3) + 3\ (AlO + SO_3)$.

Die Verbindungen der zweiten und dritten Ordnung sind ebenfalls wieder, wie die der ersten Ordnung, in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt, so daß eine Verbindung der ersten mit einer anderen derselben Ordnung zu einer der zweiten Ordnung, und eine Verbindung der zweiten mit einer anderen derselben Ordnung in 1, 2, 3 u. s. w. Verhältnissen zusammentritt. So verbindet sich 1 Mischung Gewicht Kali mit 1, aber auch 2 Mischungsgewichten Weinsteinsäure und 1 Mischungsgewicht der aus gleichen Mischungsgewichten bestehenden Verbindung von Kali und Weinsteinsäure mit einer Verbindung aus gleichen Mischungsgewichten Natron und Weinsteinsäure zu festen Zusammensetzungen.

Bei der Verbindung zweier einfachen Stoffe ist die Ursache gewöhnlich in der Verschiedenheit ihrer Eigenschaften zu suchen; gleiche Ursache bedingt auch die Verbindung zusammengesetzter Körper. Um ein Beispiel dieser Art zu geben, ließ Wilhelm seine Freunde von zwei verschiedenen Flüssigkeiten etwas kosten; sie fanden, daß die eine sauer, und die andere scharf wie Lauge schmeckte. Wilhelm brachte nun in die saure Flüssigkeit zwei Stücke eines Papiers, welches mit der wässerigen Abkochung des blauen Lakmus gefärbt worden war; diese wurden augenblicklich roth gefärbt; eins derselben nahm er heraus und tauchte es in die scharf

schmeckende Flüssigkeit, wo es augenblicklich wieder blau gefärbt wurde; die Flüssigkeiten hatten also nicht allein einen verschiedenen Geschmack, sondern verhielten sich auch gegen den Farbstoff des Lakmus verschieden, woraus sich schließen läßt, daß sie auch in anderer Beziehung verschiedene chemische Eigenschaften haben müssen. Nun goß Wilhelm nach und nach von der scharfen Flüssigkeit zu der sauren, so lange, bis sowohl das blaue als das geröthete Stück Papier keine Veränderung mehr erlitt, worauf er seine Freunde von dieser gemischten Flüssigkeit kosten ließ; diese konnten aber weder einen sauren, noch einen scharfen Geschmack wahrnehmen, vielmehr hatte die Flüssigkeit einen salzigen Geschmack angenommen, woraus ihnen Wilhelm folgerte, daß die beiden Flüssigkeiten zu einer neuen Verbindung, welche keine der früheren Eigenschaften mehr habe, zusammengetreten seien. Dieser Gegensatz wird im Allgemeinen Säure und Basis genannt, und man begreift alle diejenigen Substanzen unter dem Namen Säure, die, wenn sie auch nicht im Wasser löslich sind, und deßhalb keine Wirkung auf die Geschmacksorgane und das blaue Lakmuspapier äußern, die Eigenschaften einer Basis gänzlich aufheben können, und umgekehrt ist wieder Basis, wenn sie auch im Wasser unlöslich und nicht auf das rothe Lakmus wirkend ist, was die Eigenschaften einer Säure völlig vernichten kann. Der Punkt, bei welchem die beiderseitigen Eigenschaften völlig vernichtet werden, heißt die Neutralität oder die Sättigung und die neu entstehende Verbindung ein neutrales Salz.

Sechstes Kapitel.

Von der chemischen Wahlverwandtschaft.

Oben bei der Entstehung der Mischungsgewichte hatte Wilhelm seinen Freunden schon angedeutet, daß die einfachen Stoffe nicht gleiche Anziehungskraft zu einander äußern, sondern vielmehr der eine Stoff zu einem anderen schon in Verbindung befindlichen Stoff eine größere Neigung zur Verbindung habe, als den in der Verbindung befindliche, und deßhalb dieser unter günstigen Umständen wieder abgeschieden werden könne. Solche Beispiele sind die oben angegebenen, wo die Kohle in der Glühhitze im Stande war, den von dem Kupfer aufgenommenen Sauerstoff jenem wieder zu entreißen, das Kupfer aus seiner Auflösung von dem Eisen, das Silber aus seiner Auflösung durch das Kupfer niedergeschlagen wurde. Diese Art der Anziehung der Stoffe aus schon fertigen Verbindungen wird die chemische Wahlverwandtschaft genannt, und diese macht es möglich, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen, d. h. sie chemisch zu analysiren, denn sie beschränkt sich nicht allein auf die Scheidung der einfachen Stoffe durch einfache Stoffe, sondern findet auch statt bei der Scheidung der zusammengesetzten Körper durch zusammengesetzte, und diese Art der Scheidung wird besonders häufig in der analytischen Chemie ausgeübt, da die ausgeschiedenen Verbindungen nach ihrer Zusammensetzung meist genau bekannt sind.

Man unterscheidet die einfache und die doppelte Wahlverwandtschaft. Die einfache Wahlverwandschaft ist die, bei welcher ein einfacher Körper einen einfachen Stoff aus einer Verbindung der ersten Ordnung, oder ein zusammengesetzter Körper der ersten und zweiten Ordnung einen anderen aus einer Verbindung der zweiten, dritten Ordnung ausscheidet. Wilhelm zeigte seinen Freunden eine Reihe solcher Verwandtschaftsprozesse; er nahm ein Stück Kreide, welche aus Kalk und Kohlensäure besteht, und goß verdünnte Salzsäure darauf. Es entwickelten sich eine Menge Luftblasen, die aus Kohlensäure bestehen; die Salzsäure hat daher hier eine größere Verwandtschaft zum Kalk als die Kohlensäure. In die hellgewordene Flüssigkeit goß Wilhelm so viel verdünnte Schwefelsäure, als sich noch ein Niederschlag bildete. Dieser Niederschlag ist eine Verbindung des Kalkes mit Schwefelsäure, wodurch also die Salzsäure wieder frei gemacht werden mußte. Um dieses zu beweisen, gab Wilhelm in die von dem schwefelsauren Kalk abgegossene Flüssigkeit etwas Kreide, und sogleich entwickelten sich wieder eine große Menge Luftblasen, die, wie zuerst, dadurch entwickelt werden, daß die in der Flüssigkeit vorhandene Salzsäure auf die Kreide zersetzend wirkt, wobei sich die Kreide vollkommen auflös't. Daß aber nicht die Schwefelsäure die Veranlassung dieser Gasentwickelung sein konnte, zeigte der Erfolg, denn sie würde zwar auch die Kreide zersetzt, aber auch zugleich eine schwerlösliche Verbindung mit dem Kalk gebildet haben. Bei dieser Reihe von Versuchen ist nun gezeigt worden, daß die Salzsäure eine größere Verwandtschaft zum Kalk

als die Kohlensäure, und die Schwefelsäure eine größere, als die Salzsäure hat. Aber nicht für alle basische Substanzen bleibt sich diese Reihenfolge gleich; um ein Beispiel dieser Abweichung zu geben, gab Wilhelm in eine helle Auflösung von schwefelsaurem Silberoxyd etwas Salzsäure; sogleich zeigte sich ein Niederschlag, welcher eine Verbindung von Salzsäure mit Silberoxyd ist;[1] die Schwefelsäure hat also eine geringere Verwandtschaft zum Silberoxyd, als die Salzsäure. Hiernach unterscheidet man starke und schwache Säuren; dieser Begriff erleidet aber, wie in diesen Versuchen gezeigt worden ist, oft Abänderung, denn es kann sich eine Säure gegen eine Basis wie eine starke Säure, gegen eine andere Basis wie eine schwache Säure verhalten.

Wilhelm brachte Salmiakpulver mit Kalk vermengt in eine kleine Retorte und leitete den Hals derselben in Wasser; es entwickelten sich beim Erhitzen eine Menge Luftblasen, die, nachdem alle atmosphärische Luft ausgetrieben war, gänzlich von dem Wasser aufgenommen wurden; seine Freunde wunderten sich, daß das geruch- und geschmacklose Wasser durch diese Luftblasen einen durchdringenden Geruch und scharf laugenhaften Geschmack erhalten hatte, was Wilhelm denselben so erklärte: Der Salmiak besteht

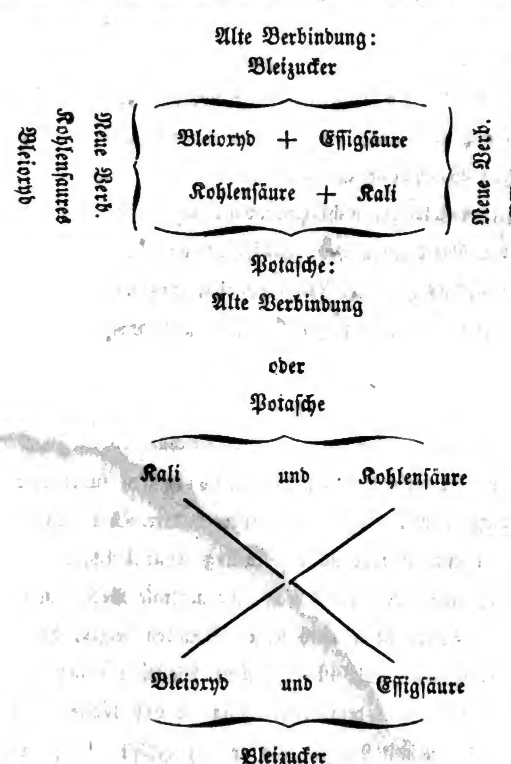
[1] Dieser Erfolg ist eigentlich auf folgende Weise zu erklären: die Salzsäure besteht aus Chlor und Wasserstoff, wovon ersteres sich nur mit Silber verbindet und den Niederschlag darstellt, während der Wasserstoff sich mit dem freigewordenen Sauerstoff des Silberoxydes verbindet. Dieses für den kundigen Leser zur Entschuldigung des Verfassers.

aus einer Basis, welche Ammoniak genannt wird, und einer Säure, der bekannten Salzsäure; wirkt auf denselben Kalk, welcher eine sehr mächtige Basis ist, und eine größere Verwandtschaft zur Salzsäure hat, als das Ammoniak, so wird letzteres beim Erhitzen abgeschieden und, da es von luftförmiger Beschaffenheit, aber auch zugleich in Wasser löslich ist, in das vorgeschlagene Wasser übergetrieben. Es ist also, wie bei der Zersetzung der Kreide durch Salzsäure eine luftförmige Säure abgeschieden worden ist, hier eine luftförmige Basis abgeschieden worden, die sich aber, ungeachtet ihres so beweglichen Zustandes, gegen sehr viele Salze wie eine sehr mächtige Basis verhält, indem sie sich bei der Vermischung solcher in Wasser gelös'ter Salze mit der Säure derselben verbindet und die Basis, die dann jedesmal in Wasser unlöslich ist, abscheidet. Um dieses durch das Experiment zu zeigen, hatte Wilhelm in kleine Gläser (Champagnergläser, oder 4—6 Zoll lange und ½ Zoll Durchmesser haltende, an einem Ende zugeschmolzene, in einem hölzernen Gestell eingesetzte Glasröhren) Auflösungen von Alaun, Eisenvitriol und Bleizucker gegeben und goß zu jeder etwas von dem Wasser, in welchem das Ammoniak gelös't war; augenblicklich stellte sich in jeder Flüssigkeit ein Niederschlag dar, welcher die Basis des Salzes war, während in der überstehenden Flüssigkeit das Ammoniak mit der Säure verbunden, enthalten ist. Aber auch hier ist, wie bei der Abscheidung der Säuren durch Säuren, die Verwandtschaft der Basen zu den Säuren nicht gleich, so daß der Unterschied von schwacher und starker Basis sich,

immer nur ganz genau für eine Säure bestimmen läßt. Um hiervon ein Beispiel zu geben, setzte Wilhelm zu einer sehr concentrirten Auflösung des salzsauren Baryt etwas Aetzlauge, die eine Auflösung des Kali ist; es zeigte sich ein weißer Niederschlag, welcher Baryt ist; zu einer anderen Flüssigkeit, welche schwefelsaures Kali aufgelös't enthielt, setzte er eine Auflösung des eben erwähnten Baryt, wo sich abermals ein Niederschlag zeigte, der in diesem Falle aber die Verbindung des Baryts mit Schwefelsäure ist, während sich das freigewordene Kali in dem vorhandenen Wasser gelös't hat. Nach diesen zwei Versuchen hat also das Kali eine größere Verwandtschaft zur Salzsäure, als der Baryt, dieser aber eine größere zur Schwefelsäure, als das Kali.

Die doppelte Wahlverwandtschaft unterscheidet sich von der einfachen dadurch, daß beide auf einander wirkende Verbindungen ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen, d. h. die Basis der einen Verbindung tritt an die Säure der anderen Verbindung und die dadurch freigewordene Basis nimmt die Säure jener Verbindung auf, was dadurch bedingt wird, daß die Basis der einen in Wirkung tretenden Verbindung eine größere Verwandtschaft zu der Säure der andern Verbindung als zu ihrer eigenen Säure, oder umgekehrt die Säure zur Basis hat. Wilhelm brachte zu einer Auflösung von Bleizucker, welcher aus Bleioxyd und Essigsäure besteht, eine Auflösung von Potasche, welche aus Kali und Kohlensäure besteht; sogleich zeigte sich ein Niederschlag, welcher dadurch entsteht, daß das Kali eine größere Verwandtschaft zur Essigsäure

als zur Kohlensäure hat, daher diese aus der Verbindung mit dem Bleioxyd aufnimmt, während das abgeschiedene Bleioxyd sich sogleich mit der freigewordenen Kohlensäure zu in Wasser unlöslichem kohlensaurem Bleioxyd oder Bleiweiß verbindet. Man kann den Erfolg dieser Wechselwirkung durch folgendes Schema ausdrücken:



oder in der chemischen Zeichensprache durch:

$$(KO + CO_2) + (PbO + \overline{A}) = (KO + \overline{A}) + (PbO + CO_2.)$$

Da nun bei dieser Wechselwirkung die Bestandtheile sich gegenseitig vollkommen austauschen, d. h. die freigewordene Säure an die abgeschiedene Basis tritt, also ein Zersetzungs- und Bildungsprozeß stattfindet, so müssen, wenn zur Zersetzung neutrale Verbindungen verwendet worden sind, die Produkte ebenfalls wieder neutral, oder die freigewordene Säure von der abgeschiedenen Basis vollkommen gesättigt sein. Dieses durch den Erfolg zu zeigen, übergoß Wilhelm ein Stück Kreide mit etwas verdünnter Salzsäure, so daß letztere nicht hinreichend war, erstere vollkommen zu lösen; die überstehende helle Flüssigkeit veränderte dann weder das blaue noch das geröthete Lackmuspapier, was anzeigt, daß die neu entstandene Verbindung neutral ist; eine andere Flüssigkeit, welche schwefelsaures Kali aufgelös't enthielt, veränderte die erwähnten Papiere ebenfalls nicht. Nun brachte Wilhelm beide Flüssigkeiten zusammen, wobei sich ein weißer Niederschlag bildete; nachdem sich die Flüssigkeit geklärt hatte, brachte Wilhelm in dieselbe die Papiere; diese wurden wiederum nicht verändert. Da nun die in der Flüssigkeit enthaltene neue Verbindung neutral ist, so ist zu schließen, daß auch der Niederschlag eine neutrale Verbindung sei; dieses konnte nun Wilhelm auch seinen Freunden zeigen, denn der gebildete schwefelsaure Kalk ist in vielem Wasser löslich; er goß daher die Flüssigkeit von dem Niederschlag ab und kochte diesen zu wiederholten Malen mit Wasser, bis er sich gelös't hatte; in der

hellen Flüssigkeit erlitten jedoch die Papiere keine Veränderung, weßhalb die Verbindung ebenfalls neutral sein muß.

Mit diesen allgemeinen chemischen Gesetzen und den erläuternden Experimenten mußte Wilhelm seine Freunde bekannt machen, ehe er diese mit den Eigenschaften der einzelnen Stoffe, den Erscheinungen bei ihren gegenseitigen Verbindungen und ihre Anwendung im Leben bekannt machen konnte.

Siebentes Kapitel.

Eintheilung der einfachen Stoffe.

Wilhelm hatte nun in den vorhergehenden Kapiteln seinen Freunden einen Begriff der allgemeinen Gesetze und Bedingungen der chemischen Verbindung und Zersetzung gegeben und ging dann auf die Eintheilung der oben angegebenen einfachen Stoffe über.

Die einfachen Stoffe lassen sich in zwei Hauptabtheilungen bringen: sie unterscheiden sich dadurch, daß die Stoffe der einen Reihe undurchsichtig sind und die Wärme und Electricität leiten; hierher gehören alle Metalle, deren Zahl bis jetzt auf 42 gestiegen ist; die Stoffe der anderen Reihe sind dagegen durchsichtig und

leiten keine Wärme oder Elektricität; hierher gehören die 13 übrigen einfachen Stoffe; sie heißen Nichtmetalle oder, da einige in ihrem chemischen Verhalten etwas Metallähnliches zeigen, Metalloide, d. h. metallartige Stoffe. Die Reihe der nicht metallischen Stoffe unterscheidet sich noch außerdem von der Reihe der Metalle, daß sie nicht allein bei der Verbindung mit den Metallen, sondern auch bei der Verbindung unter einander die interessantesten Erscheinungen und Formveränderungen der Stoffe veranlassen, während die Metalle bei der Verbindung unter einander nur sehr selten dergleichen darbieten. Die Metalle sind, mit Ausnahme des tropfbarflüssigen Quecksilbers, bei der gewöhnlichen Temperatur fest, unter den nicht metallischen Stoffen aber finden sich allein drei Formen der Materie, nämlich die feste, tropfbarflüssige und luftförmige Gestalt.

Zu den nicht metallischen Stoffen gehören Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Chlor, Jod, Brom, Fluor, Schwefel, Selen, Phosphor, Bor und Kiesel (Silicium).

Zu den Metallen gehören 1) die Metalle der Alkalien, nämlich das Kalium, Natrium und Lithium; 2) die Metalle der erdigen Alkalien, nämlich Calcium, Strontium und Barium; 3) die Metalle der Erden, nämlich Magnesium, Alumium, Beryllium, Yttrium, Zirconium und Thorium, und 4) die eigentlichen Erzmetalle, nämlich Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink, Kupfer, Cerium, Lantanium, Kadmium, Zinn, Arsenik, Antimon, Tellur, Wismuth, Blei, Silber, Quecksilber, Gold, Platin, Iridium, Osmium, Rhodium, Palladium, Uran, Titan, Tantal, Chrom, Vanadium und Wolfram.

Die Metalle der Alkalien zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Oxyde in Wasser leicht löslich sind, diese sehr scharf und laugenhaft schmecken und mit den meisten Säuren in Wasser leicht lösliche Salze bilden; die Metalle der erdigen Alkalien geben Oxyde, die schwieriger in Wasser löslich sind und mit Kohlensäure oder Schwefelsäure in Wasser gänzlich unlösliche oder schwerlösliche Verbindungen bilden. Die Metalle der Erde geben Oxyde, die in Wasser gänzlich unlöslich und geschmacklos sind. Das specifische Gewicht der Metalle dieser drei Reihen ist nicht über 5,0, sie werden daher auch Leichtmetalle genannt. Das specifische Gewicht der Erzmetalle ist über 5,0, weßhalb sie auch Schwermetalle genannt werden.

Von den nichtmetallischen Stoffen.

1) Sauerstoff.

Der Sauerstoff ist nicht allein der Stoff, welcher am allgemeinsten verbreitet ist, denn er findet sich in der Luft, in dem Wasser, in den Gebilden des Pflanzen- und Thierreichs und ist ein Bestandtheil fast aller Verbindungen des Mineralreiches, sondern er ist auch derjenige, welcher für das Leben der Thiere, die Vegetation der Pflanzen und die Wiederzerstörung derselben, sie mag durch Verwesung oder durch Verbrennung stattfinden, unbedingt

nothwendig ist. Schon seit der Zeit, daß Menschen unsere Erde bewohnen, sind genannte Prozesse bekannt, aber die Ursache derselben ist entweder gar nicht erforscht, oder sie ist falsch erklärt worden. Erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts ermittelte der Franzose Lavoisier, daß das einige Jahre zuvor fast gleichzeitig von dem Engländer Prestley und dem Schweden Scheele entdeckte Sauerstoffgas die Bedingniß des Lebensprozesses und die Ursache aller Erscheinungen, die sich bei der Verwesung oder Verbrennung darbieten, sei. Er zeigte, daß der Sauerstoff sich in diesen Prozessen mit den brennbaren Stoffen, sie mögen organischen oder unorganischen Ursprunges sein, verbinde, wenn dieselben, entweder schon bei gewöhnlicher oder bei erhöhter Temperatur, in Berührung mit der atmosphärischen Luft, eine gänzliche Veränderung ihrer früheren Form und Eigenschaften erleiden. Das gänzliche Verschwinden des Holzes oder Fettes beim Verbrennen wird bloß dadurch bedingt, daß sich der Sauerstoff, welcher in der atmosphärischen Luft befindet, mit den Bestandtheilen des Holzes oder Fettes verbindet und neue Verbindungen bildet, die ganz andere Formen haben, als die frühere war. Daß sich Metalle beim Erhitzen an der Luft in erdige und farbige Substanzen verwandeln, hatte Wilhelm seinen Freunden schon im zweiten Kapitel gezeigt; die Ursache ist, wie dort vorgreifend gesagt worden ist, der Sauerstoff, welcher sich mit dem Kupfer verbunden hat.

Das Sauerstoffgas kann man aber nicht unmittelbar aus seiner natürlichen Quelle, der atmosphärischen Luft, darstellen, da

man bis jetzt noch kein Mittel kennt, welches allein auf den Stickstoff, den andern Bestandtheil der atmosphärischen Luft, bindend wirke. Um aber zu beweisen, daß der in der atmosphärischen Luft enthaltene Sauerstoff die Ursache der oben angegebenen Veränderungen sei, und um den Sauerstoff derselben darzustellen, kann man Umwege einschlagen. Ein sehr belehrender, aber lange Zeit dauernder Versuch dieser Art kann mit dem Quecksilber ausgeführt werden. Wird dieses Metall nämlich mehrere Wochen lang in einem großen verschlossenen Gefäß von Glas in schwachem Sieden erhalten, so verwandelt es sich in ein rothes Pulver. Wird nun das Gefäß unter Wasser geöffnet, so dringt eine bedeutende Menge des letzteren in das Gefäß ein; der Grund dieser Erscheinung ist der, daß das Quecksilber einen Bestandtheil der Luft aufgenommen und so das Volumen derselben vermindert hat. Wird die rothe Verbindung des Quecksilbers mit dem luftförmigen Körper stärker erhitzt, so wird letzterer wiederum in Freiheit gesetzt und nimmt dann so viel Raum ein als die Luft zuvor verloren hatte.

Wilhelm zeigte seinen Freunden die letztere Erscheinung; er gab in eine Glasretorte eine Quantität der rothen pulverigen Verbindung des Quecksilbers mit Sauerstoff und erhitzte sie mittels der Flamme einer starken Weingeistlampe. Den Hals der Retorte brachte er in die Mündung eines mit Wasser gefüllten und in Wasser umgestürzten Glases; bald sammelten sich in dieser Luftblasen an, die so lange auftraten, als noch von der rothen Verbindung in der Retorte enthalten war.

Wilhelm hatte auf diese Weise nur wenig und sehr langsam von der luftförmigen Substanz erhalten; um für seine Versuche größere Mengen derselben zu erhalten, wählte er eine andere Methode der Darstellung derselben an. Er nahm von einem Salz, welches unter dem Namen chlorsaures Kali bekannt ist, eine Quantität und vermischte sie sehr vorsichtig mittels einer Feder mit einer gleichen Quantität Braunstein, gab das Gemische in eine etwa 6 Zoll lange und 1/2 Zoll starke an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre, setzte an das offene Ende mittels eines durchbohrten Korkes eine knieförmig gebogene Glasröhre, brachte das äußere Ende wieder in ein mit Wasser gefülltes Gefäß und erhitzte hierauf das pulverige Gemische in der Glasröhre zuerst von der Seite an, wo sie der Oeffnung zunächst war. Hierdurch entwickelten sich rasch eine große Menge Luftblasen, die, nachdem das erste Glas damit angefüllt war, in ein anderes Glas geleitet und hierauf die Gläser noch unter dem Wasser mit Korken verschlossen wurden. Wilhelm erklärte nun seinen Freunden das Auftreten des Gases in den beiden Prozessen auf folgende Art: Das Quecksilber hat zwar bei einer Temperatur, die den Kochpunkt desselben nicht übersteigt, eine ziemliche Neigung, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, als ein edles Metall aber kann es diese Eigenschaft bei einer erhöhten Temperatur nicht beibehalten, sondern zeigt ein Bestreben, gleich dem Phönix, durch das Feuer gereinigt aufzutreten; er entläßt seinen Sauerstoff und tritt wieder in metallischer Form hervor. Das chlorsaure Kali ist eine Verbindung eines basischen Oxydes,

des Kali, mit Chlorsäure, welche letztere aus Chlor und Sauerstoff besteht; diese enthält aber den Sauerstoff nicht sehr fest verbunden, und äußert das Bestreben, in ihre Bestandtheile zu zerfallen, besonders sehr auffallend in der Hitze; sie zerfällt in Chlor und Sauerstoff; beide Substanzen sind luftförmig, und würden daher vermischt mit einander auftreten, wenn nicht sogleich die Erscheinung der einfachen Wahlverwandtschaft einträte. Das Chlor hat nämlich eine größere Anziehungskraft zu der metallischen Grundlage des Kalis, dem Kalium, als der Sauerstoff; es verbindet sich daher mit dem Kalium, und treibt den hier in Verbindung gewesenen Sauerstoff aus. Die Vermischung mit Braunstein hat den Zweck, daß das sonst sehr leicht schmelzbare chlorsaure Kali nicht in diesem Zustand übergeführt werde.

Wilhelm erwähnte noch die Darstellung des Sauerstoffgases aus dem Braunstein durch bloßes Glühen, oder Vermischen mit Schwefelsäure und Erhitzen, aus dem Salpeter und die Entwickelung des Sauerstoffes, wenn sehr saftreiche Pflanzen dem Sonnenlicht ausgesetzt werden; nach diesen Arten wird aber immer ein mehr oder weniger unreines Sauerstoffgas erhalten, und sie eignen sich nicht so gut zur unterhaltenden Belehrung, wie die früher angegebenen Weisen.

Die beiden Luftarten, die sich beim Erhitzen der rothen Quecksilberverbindung und des chlorsauren Kali entwickeln, sind ganz gleich und bedingen, wie schon oben erwähnt worden ist, den Respirations- und Verbrennungsprozeß. Um aber auf den Unterschied

aufmerksam zu machen, der zwischen der stickstoffgashaltigen atmosphärischen Luft und dem reinen Sauerstoffgas stattfinde, stellte **Wilhelm** folgende Versuche an.

Eine Kohle wurde an dem einen Ende bis zum Glühen erhitzt; so wie aber die äußere Einwirkung der Wärme entfernt wurde, verlöschte sie bald wieder, da das in der atmosphärischen Luft mit Stickstoffgas vermengte Sauerstoffgas nicht hinreichend auf die glühende Kohle wirken kann. Dann wurde die Kohle abermals bis zum Glühen erhitzt, und in ein mit Sauerstoff angefülltes Glas gehalten: hierin verbrannte sie sehr lebhaft unter Funkensprühen, bis alles darin enthaltene Sauerstoffgas verzehrt war.

Ein Holzspahn wurde angezündet; an der Luft brannte er mit gewöhnlicher Flamme, als er aber in Sauerstoffgas gehalten wurde, brannte er mit einer bedeutenderen Lichtentwickelung als zuvor; selbst nachdem die Flamme ausgeblasen worden war, und sich nur noch etwas glimmende Kohle an den Spahn befand, entzündete er sich wieder, als er in Sauerstoffgas gehalten wurde.

Eisen verbrennt an der Luft nur sehr langsam; wenn es fein zertheilt ist, und durch die Flamme einer Spirituslampe fällt, verbrennt es mit Lichtentwickelung. Noch schöner stellte sich diese dar, als eine Uhrfeder, an deren einem Ende sich ein Stückchen glimmender Zunder befand, in Sauerstoffgas gehalten wurde; sie verbrannte unter bedeutendem Funkensprühen und bildete zuletzt eine Kugel, die so weit erhitzt worden war, daß sie beim Abfallen

in den noch mit etwas Wasser bedeckten Boden des Glases einschmolz.

Diesen Erscheinnngen zufolge, fuhr Wilhelm fort, ist es sehr leicht erklärlich, daß alle brennenden Substanzen, wenn die Verbrennung vollkommen sein soll, einen gehörigen Zufluß des atmosphärischen Sauerstoffgases haben müssen, damit ihnen die Bedingung zur Verbrennung gegeben wird. Hiernach sind alle die Vorrichtungen eingerichtet, welche Erhitzung oder Erleuchtung geben sollen. Unsere Stubenöfen stehen mit dem hohen Rauchfang in Verbindung, welcher die entsauerstoffte Luft und die Dämpfe wegführt, und auf diese Weise gestattet, daß frische Luft durch den Ofenzug hinzutreten kann. Noch intensiver zeigt sich die erhitzende Wirkung, wenn die atmosphörische Luft im gepreßten Zustand auf die brennenden Substanzen wirkt; es wird hierbei durch die verschiedenartiger Gebläse, die angewendet werden, eine größere Menge des atmosphärischen Sauerstoffgases zur Consumtion dargeboten, als es durch einen einfachen Zug geschehen kann. Solche Hitzgrade, die durch Gebläseluft erregt werden, können oft fast so hoch gesteigert, als wenn die brennbaren Substanzen in reinem Sauerstoffgas verbrannt würden. Nimmt der Zutritt der atmosphärischen Luft ab, oder wird er gänzlich verhindert, so muß nach dem eben Angeführten die Verbrennung langsamer von statten gehen und die Hitze sich vermindern, oder sie hört gänzlich auf. Dieses kann man täglich wahrnehmen, wenn man beobachtet, wie plötzlich die Gluth des Schmiedefeuers abnimmt, wenn das Gebläse aufhört zu

wirken, und nur die umgebende atmosphärische Luft ihren Sauerstoff an die brennende Kohlen abgeben kann, oder wenn der Zug eines Ofen verschlossen wird.

So wie es aber zur Erreichung der höchsten Hitzgrade in den verschiedenen Oefen nothwendig ist, die für das brennende Material hinreichende Menge von Luft zuzuführen, so schädlich wirkt sie auf Stoffe, wie z. B. unedle Metalle, welche in den verschiedenen Schmelzprozessen gewonnen werden sollen; denn sie würde auf diese Stoffe ebenfalls vermöge ihres Sauerstoffgehaltes verbrennend wirken, und sie in erdartige Verbindungen verwandeln. Man sucht daher solche Stoffe durch irgend eine nicht verändernd wirkende, oder die Wirkung wieder aufhebende Substanz gegen diese Nachtheile zu schützen, worüber weiter unten Wilhelm Belehrung zu geben versprach.

Nicht immer sind jedoch die Verbindungsprozesse des Sauerstoffes mit anderen Substanzen mit Licht- und Wärmeentwickelung verbunden. Hierüber zeugen die täglichen Erscheinungen und Veränderungen, welche verschiedene Stoffe an der atmosphärischen Luft und besonders in Berührung mit Wasser erleiden. So ist das bekannte Rosten des Eisens, das Anlaufen des Bleies u. s. w. bloß dadurch verursacht, daß sich genannte Metalle entweder mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, oder dem des Wassers verbinden und dadurch eine Veränderung erleiden. Noch interessanter ist die ohne auffallende Erscheinungen sich zeigende Veränderung der organischen Stoffe, welche sie entweder bloß durch die atmosphärische

Luft, oder durch diese unter Mithülfe von Wasser erleiden; denn er wird auf diese Art der Verbindung nicht allein durch den Athmungsprozeß, welcher darin besteht, daß die Thiere die atmosphärische Luft aufnehmen, und den Sauerstoff derselben durch den in dem thierischen Organismus enthaltenen Kohlenstoff in Kohlensäure verwandeln, (wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die eingeathmete Luft mittels einer Glasröhre in Kalkwasser bläßt, wodurch sich ein weißer Niederschlag aus einer Verbindung von Kalk und Kohlensäure absetzt, welcher bei Berührung mit Salzsäure unter Aufbrausen wieder verschwindet), das thierische Leben bedingt, sondern auch leblose organische Substanzen so verändert, daß sie theils fähig werden, neue Pflanzengebilde zu entwickeln, wie z. B. der Keimungsprozeß der Pflanzen bloß dadurch bedingt wird, daß der Samen derselben bei Gegenwart von Wasser Sauerstoff aufnimmt, theils die Pflanzen zu erhalten und zu entwickeln. Die vegetabilische Ackererde wird durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft so verändert, daß sie die geeigneten Nahrungsmittel für die Pflanzen abgeben kann, weßhalb auch das öftere Umpflügen des Ackerbodens von dem größten Nutzen ist, da auf diese Weise immer neue Oberflächen derselben der Einwirkung des Sauerstoffgases bloß gegeben werden. Auf diese Weise ist auch die Bildung des Salpeters in stickstoffhaltigen organischen Substanzen bei Gegenwart alkalischer Substanzen bedingt, worüber und ähnliche Verbindungsweisen bei den betreffenden Körpern eine weitere Erörterung gegeben werden soll.

Der Sauerstoff kann sich aber auch mit einfachen oder zusammengesetzten Körpern verbinden, wenn er schon in Verbindungen enthalten ist; er verläßt dann diese und bedingt dadurch sowohl andere Formen seiner ersten Verbindung, als auch der, mit der er von Neuem in Verbindung tritt. Solche Prozesse kommen sehr häufig vor, werden aber meist auf dem Wege der Kunst eingeleitet. Die im dritten Kapitel beschriebene Wirkung der Salpetersäure auf das Silber ist eine solche, und die Erklärung dort angegeben. Gleiche Wirkung äußert die genannte Säure in ihrem an Kali gebundenen Zustand bei der Entzündung des Schießpulvers, indem sie ihren Sauerstoff an die vorhandene Kohle abgiebt, und mit ihr eine luftförmige, und bei der stattfindenden Temperatur mehr als das 1000fache des ursprünglichen Raumes einnehmende Verbindung bildet, wodurch die außerordentliche Wirkung des Schießpulvers erklärlich wird. Wasser besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff, und kann ebenfalls sowohl bei gewöhnlicher, als in erhöhter Temperatur, auf trocknem oder nassem Wege, an viele brennbare Substanzen seinen Sauerstoff abgeben, und selbst als Heitzmittel benützt werden, wenn es in dampfförmigem Zustand mit glühenden Kohlen in Berührung kommt, wobei es erst zerlegt, und durch eine vollkommene Verbrennung seiner mit der Kohle gebildeten Verbindungen wieder durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft, die selbst keine chemische Verbindung, sondern nur ein Gemische des Sauerstoffes mit Stickstoff ist, gebildet wird. Dieses Verhalten des Wassers wird auch vielseitig zur Erregung größerer Hitzgrade benutzt. Außerdem

gibt es noch viele Verbindungen des Sauerstoffes mit anderen Körpern, die in Berührung mit brennbaren Stoffen unter günstigen Umständen ihren Sauerstoff an diese abgeben.

Die Produkte der Verbrennung des Sauerstoffes mit anderen Stoffen, sie mag rasch oder langsam, auf trocknem oder nassem Wege, auf natürliche oder künstliche Weise eingeleitet worden sein, heißen im Allgemeinen Oxyde und wohl auch Metallkalke, der Prozeß aber selbst wird die Oxydation, die Verbrennung oder die Verkalkung genannt. Sie sind von dreifacher Natur, nämlich entweder basisch, d. h. sie können sich mit Säuren verbinden, oder sauer, d. h. sie können sich mit Basen verbinden, oder indifferent, d. h. sie können sich nicht ohne theilweise Zersetzung oder Umänderung mit den Basen oder den Säuren verbinden. Je nach dem Gewichtsverhältniß, in welchem sie den Sauerstoff enthalten, werden die basischen Oxyde, Oxydul und Oxyd, die sauren Oxyde, vollkommene und unvollkommene Säure, die indifferenten Oxyde, Suboxydul oder Suboxyd und Hyperoxyd genannt. Es gibt Beispiele, wo ein Metall beinahe alle diese Verbindungen mit dem Sauerstoff bilden kann; so bildet

28	Mangan	mit 8	Sauerstoff	den Manganoxydul
28	"	" 12	"	den Manganoxyd
28	"	" 16	"	den Manganhyperoxyd
28	"	" 24	"	die Mangansäure
28	"	" 28	"	die Uebermangansäure.

Dergleichen Verbindungen sind es hauptsächlich, welche die Bestandtheile unserer Erdrinde, so weit wir sie bis jetzt kennen,

darstellen; nur wenige Stoffe finden sich frei von Sauerstoff oder den diesem in ihrem Verhalten ähnlichen Stoffen. Sie können sich aber nur dadurch gebildet haben, daß sich unsere Erde früher in einem so erhitzten Zustand befand, daß den Stoffen die Bedingungen gegeben war, sich mit den Sauerstoff zu verbinden. Daß dieser Verbrennungsprozeß ein lang andauernder gewesen sein und die Abkühlung nur langsam stattgefunden haben muß, dafür spricht die bestimmte Form vieler natürlichen Verbindungen, und daß er wirklich stattgefunden habe und vielleicht im Innern unserer Erde noch immer stattfinde, scheint dadurch bestätigt zu werden, daß je tiefer in die Erdrinde eingedrungen worden ist, um so höher die Temperatur derselben gefunden worden ist.

Die verschiedenartigen Oxyde können aber alle ihres Sauerstoffes beraubt werden, wenn sie mit Stoffen in Berührung kommen, die unter den gegebenen Umständen den Sauerstoff stärker anziehen, als sie es selbst vermögen. So wird z. B. die Verbindung des Wasserstoffes mit Sauerstoff, das Wasser von glühendem Eisen zersetzt; wird dagegen über das gebildete Eisenoxyd bei einer bedeutend niedrigeren Temperatur Wasserstoffgas geleitet, so wird das Eisenoxyd wieder zersetzt, indem sein Sauerstoff wieder an den Wasserstoff tritt. Dieser Prozeß der Trennung des Sauerstoffes und der Isolirung der mit ihm verbunden gewesenen Stoffen heißt der Reductions- oder Desoxydationsprozeß. Solche Substanzen, die es vermögen, die Oxyde zu zersetzen, sind besonders die Kohlenstoff- und Wasserstoff-haltigen und im Großen wird diese Desoxydation

sehr häufig vorgenommen. Wird z. B. Blei oder Zinn an der Luft geschmolzen, so bedeckt es sich mit einer grauen unschmelzbaren Substanz; wird diese herabgenommen, so bildet sich alsbald eine neue u. s. f. bis alles Blei oder Zinn in dieselbe verwandelt ist. Da aber bei metallurgischen Arbeiten hierdurch leicht ein bedeutender Verlust eintritt, so sucht man diese Verbindung des Sauerstoffes mit dem Metall wieder zu entsauerstoffen; man wirft auf das schmelzende Blei oder Zinn etwas Talg, welches in dieser Temperatur vermöge seines Kohlen- und Wasserstoffgehaltes diesen Prozeß bedingt und das Metall nach dem Verbrennen des Talges wieder mit vollkommene Spiegelglanz darstellt. Im Großen, wie z. B. beim Ausschmelzen des Eisens aus seinen natürlichen Oxyden wird diese Reduction durch den Zusatz von bloßer Kohle in erhöhter Temperatur bewirkt; die Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoff des Eisenoxydes und entweicht als eine gasförmige Verbindung.

Wilhelm hatte nun seinen Freunden ein Bild von den Wirkungen und den Erscheinungen, die durch die Gegenwart des Sauerstoffes bedingt werden, gegeben. Mit Willen hat er sich umständlicher hierauf eingelassen, da der genannte Stoff derjenige ist, durch welchen alles Leben und Sein der auf unserer Erde sich befindlichen Wesen bedingt ist.

Wasserstoff.

Der Wasserstoff ist in gewisser Beziehung eben so wichtig als der Sauerstoff, denn er bildet, mit letzterem verbunden, das Wasser,

eine Substanz, die ebenfalls zur Fortdauer des thierischen und vegetabilischen Lebens nothwendig ist. Er ist aber nicht allein ein Bestandtheil des Wassers, sondern geht auch in den Lebens- und Vegetationsprozeß, in die organischen Gebilde über.

Die Darstellung des Wasserstoffes aus dem Wasser kann auf die einfachste Weise dadurch geschehen, daß man letzteres entweder auf trocknem oder nassem Wege zersetzt. Wilhelm wählte den letzteren Weg, da dieser am schnellsten und leichtesten ausgeführt werden kann. Er gab in ein schickliches Gefäß zerstückeltes Zink und Schwefelsäure, die mit dem vierfachen ihres Gewichtes Wasser verdünnt worden war, und setzte auf die Oeffnung des Gefäßes mittels eines durchbohrten Korkes eine S förmig gebogene Gasleitungsröhre. Alsbald entwickelten sich an dem Zink eine große Menge Luftblasen, welche in die Höhe stiegen und in mit Wasser gefüllten Gläsern auf die beim Sauerstoff angegebene Weise aufgesammelt wurden. Das erste Glas setzte Wilhelm verschlossen bei Seite, mit der Bemerkung, daß er den Grund später angeben werde. Er erklärte seinen Freunden das Auftreten des Wasserstoffgases in diesem Proesse folgender Maßen: Das Zink zersetzt das Wasser schon für sich, indem es sich des Sauerstoffs desselben bemächtigt und den Wasserstoff in Freiheit setzt; dieser Proceß geht aber nur sehr langsam von statten; um ihn zu beschleunigen, wird eine Substanz zugesetzt, die ein großes Bestreben zeigt, sich mit dem Zinkoxyd zu verbinden. Eine solche Substanz ist nun die Schwefelsäure, welche als saurer und zusammengesetzter Körper alle basische Verbindungen mit groß

Mächtigkeit anzieht; sie nimmt das gebildete Zinkoxyd auf und bietet so fortwährend neue Oberflächen des Zinkes zur Zersetzung des Wassers dar. Statt des Zinkes kann man auch Eisen oder andere das Wasser leicht zersetzende Metalle, wie z. B. die Metalle der Alkalien oder alkalischen Erden, welche schon bei gewöhnlicher Temperatur ohne Mithülfe der Schwefelsäure das Wasser schnell zersetzen, zur Gewinnung des Wasserstoffgases benutzen, aber die letzteren sind wegen ihres hohen Preises hierzu nicht zu empfehlen, obgleich sie das reinste Wasserstoffgas liefern. Wird über klein zerstückeltes oder zu Draht gezogenes, in einem Flintenlauf bis zum Glühen erhitztes Eisen Wasserdampf geleitet, so wird dieser ebenfalls zersetzt, wie schon oben beim Sauerstoff erwähnt worden ist, und Wasserstoffgas in Freiheit gesetzt.

Das auf diese Weise erhaltene Wasserstoffgas ist nicht ganz rein, indem es zugleich von einigen seiner Verbindungen mit anderen Stoffen, die in dem Zink oder Eisen enthalten sind, begleitet wird. Die Menge derselben ist jedoch so gering, daß es für die meisten Versuche, die mit dem Wasserstoff angestellt werden sollen, tauglich ist.

Will man jedoch ein absolut reines Gas haben, so muß das auf die obige Weise dargestellte Wasserstoffgas durch Waschen mit einer weingeistigen Kalilösung gereinigt werden oder man wendet den elektrischen Weg der Zersetzung des Wassers an [1]. Die

[1] Ueber die hauptsächlichsten Erscheinungen und Lehren der Elektricität findet der junge Leser hinreichende Belehrung in „der junge Physiker und Techniker“, Seite 120 f. f.

einfachste Weise, sich auf diese Weise Wasserstoffgas darzustellen, ist folgender: Man umwickelt einen starken Zinkdraht mit reinem Eisendraht, gibt diese Vorrichtung in eine weite Glasröhre, in welcher starke Seifensiederlauge befindlich ist, und setzt auf die Oeffnung des Gefäßes mittels eines durchbohrten Korkes eine S förmig gebogene Gasleitungsröhre. Schon bei gewöhnlicher Temperatur, aber noch mehr bei gelinder Erwärmung entwickeln sich eine große Menge von Luftblasen, welche reines Wasserstoffgas sind.

Auch in diesem Prozeß ist es das Wasser, welches eine Zersetzung erleidet. Die Seifensiederlauge ist eine Lösung von Kali in Wasser, und wirkt schon für sich, aber nur langsam auf das Zink unter Zersetzung eines Theiles ihres Wassers lösend, indem der Sauerstoff sich mit dem Zink verbindet, und das gebildete Zinkoxyd in der Lauge löslich ist. Sehr beschleunigt wird diese Zersetzung des Wassers, wenn das Zink mit Eisen in vielfache Berührung kommt, wodurch eine elektrische Kette gebildet wird.

Da der Wasserstoff in dem Wasser mit Sauerstoff verbunden enthalten ist, so muß dieses selbst ein Produkt der Verbrennung des Wasserstoffes sein. Dieses ist auch wirklich der Fall, und es kann immer wieder gebildet werden, wenn Wasserstoffgas an der atmosphärischen Luft verbrannt wird.

Wilhelm zeigte dieses seinen Freunden in folgendem Versuch: er setzte auf das Entbindungsgefäß, in welchem er das Wasserstoffgas entwickelt hatte, eine gerade an dem äußeren Ende zu einer feinen Spitze ausgezogenen Röhre, und ließ eine neue

Quantität Wasserstoffgas entwickeln; nach einiger Zeit erst näherte er der Oeffnung der Röhre eine brennende Kerze und sogleich brannte das Wasserstoffgas mit einer schwach bläulichen Flamme, welche das glühende Produkt der Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft ist. Wilhelm hielt über die Flamme eine Glaskugel mit langem und weitem Hals; sogleich schlug die innere Wand durch den abgekühlten Wasserdampf an und nach einiger Zeit floßen einzelne Wassertropfen ab. Der eigenthümliche summende Ton, der sich hierbei vernehmen läßt, wird bedingt durch die fortwährenden Schwingungen der atmosphärischen Luft, die dadurch hervorgebracht werden, daß die Luft durch die glühenden Wasserdämpfe fortwährend ausgedehnt wird, diese aber durch die umgebende Luft immer wieder abgekühlt und verdichtet werden. Man nennt diese Erscheinung die chemische Harmonika. Diese Töne können bis zum stärksten Knall gesteigert und ungemeine Kraftäußerungen dabei hervorgebracht werden, wen ngrößere Mengen von Wasserstoffgas mit atmosphärischer Luft gemengt auf einmal entzündet werden. Wilhelm zeigte seinen Freunden in nachfolgenden Versuchen dieses und zugleich, daß ein solches Gemische nicht allein durch einen brennenden Körper, sondern auch durch den elektrischen Funken, oder auch bei Berührung mit Platinschwamm entzündet werden könne. An dem Hals einer kleinen Retorte befestigte er mittels eines durchbohrten Korkes eine irdene Pfeife und goß auf das in der Retorte befindliche Zink, zur Entwickelung von Wasserstoffgas, verdünnte Schwefelsäure. Als sich eine Zeitlang

Wasserstoffgas entwickelt hatte, hielt er die Oeffnung des Pfeifenkopfes auf die Oberfläche von Seifenwasser und ließ auf bekannte Weise die Seifenkugeln entstehen. Diese lös'ten sich leicht von dem Kopf ab und stiegen schnell in die Höhe; als er ihnen die Flamme einer Kerze näherte, so entzündeten sie sich und zersprangen mit einem schwachen Knall.

In die sogenannte elektrische Pistole (welche aus einer an dem einen Ende verschlossenen Blechröhren besteht, in welcher an einer Stelle eine Oeffnung sich befindet, in die eine Glasröhre, welche eine Metallnadel mittels Siegellack eingeschlossen enthält, so weit eingesteckt wird, daß die Spitze der Nadel nur eine Linie weit von der gegenseitigen Wand der Röhre entfernt steht) gab Wilhelm erst Wasser, und ließ dann dasjenige Wasserstoffgas hineintreten, welches bei der Entwickelung aus Zink, Schwefelsäure und Wasser zuerst aufgetreten und mit atmosphärischer Luft vermengt war; er verschloß hierauf die Oeffnung der Pistole mittels eines Korkes und näherte dem Kopf der Nadel eine geladene Leibner Flasche [1];

[1] Eine Leibner Flasche, so wie den zur Erregung der Elektricität dienende Apparat kann man sich sehr leicht und schnell selbst verfertigen. Zu ersterer nimmt man eine etwa 5 Zoll lange und 1/2 Zoll weite, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre, füllt diese zu 2/3 mit Kupfer- oder Messingdrehspähnen an, und setzt dann in die Röhre bis an den Boden derselben einen etwa 7 Zoll langen, und an dem äußeren Ende mit einem Knopf versehenen Messingdraht, welcher in 2 Korke gesteckt ist; der eine Kork dient dazu, um auf die Metallspähne gesetzt zu werden, damit sie fest an einander liegen, der andere dient zur Verschließung der Glasröhre und wird, um jeden Einfluß der Feuchtigkeit zu vermeiden, mit Siegellack

so wie der Funken übersprang, wurde der Kork mit einem starken Knall weggeworfen, was dadurch bedingt wird, daß der elektrische Funken denjenigen Theil des Gasgemisches entzündet, welcher zwischen der Nadel und der Wand der Röhre enthalten ist, dieser Theil aber die Entzündung auf die ganze Masse überführt, und das Gasgemische in glühenden Wasserdunst verwandelt, welcher einen mehr als den 1000fach größeren Raum des flüssigen Wassers einnimmt, deßhalb den Kork wegstößt und durch die schnelle Abkühlung einen leeren Raum bildet, in welchem die umgebende atmosphärische Luft mit der größten Schnelligkeit eindringt und dadurch den Knall verursacht.

Daß aber auch Platin die Entzündung des mit atmosphärischer Luft vermengten Wasserstoffgases bewirkt, zeigte Wilhelm in folgendem Versuch: Er brachte in eine mit Wasser gefüllte, ungefähr 1/2 Schoppen fassende Flasche von weißem Glas zwei Theile atmospärische Luft und einen Theil Wasserstoffgas. Der Kork, der zur Verschließung dienen sollte, war mit einer Nadel durchstochen, an welcher eine Kugel befestigt war, die aus einem Gemenge von

überzogen. Die äußere Wand der Glasröhre wird mit Stanniol überzogen. Zur Erregung der Elektricität bedient man sich einer etwas starken, etwa 30 Zoll langen Glasröhre, und eines Stückes Leder oder seidenen Zeuges, welches um die Röhre gewickelt wird. Mit der Hand umfaßt man dieses Leder, hält mit dem Daumen und Zeigefinger die Leidner Flasche so, daß ihr Knopf etwa einen halben Zoll weit von der Röhre entfernt ist, und zieht dann rasch hintereinander die Röhre durch das Zeug, wodurch Elektricität erregt wird, und diese in die Leidner Flasche überspringt.

2 Theilen Platinschwamm und einen Theil feuchten Thon verfertigt und nach dem Trocknen ausgeglüht worden war; der so vorgerichtete Kork wurde auf das Glas gesetzt, so, daß die Platinkugel etwa 1 Zoll tief in das Gasgemische hing; sie wurde bald glühend und in diesem Moment entzündete sich das ganze Gasgemische, und warf unter einem starken Knall den Kork weit weg.

Diese höchst interessante Eigenschaft des Platins, die Verbindung des Wasserstoffgases mit dem atmosphärischen Sauerstoffgas unter Feuerentwickelung zu bewirken, wurde von dem Entdecker sogleich in's Leben eingeführt und zur Darstellung der jetzt so allgemein verbreiteten sogenannten Döbereiner'schen Zündmaschinen benutzt. Diese bestehen der Hauptsache nach darin, daß das bei Berührung mit Zink und Schwefelsäure sich entwickelnde Wasserstoffgas in einem Reservoir aufsammelt, welcher mit einem Hahn in Verbindung steht, der beim Oeffnen das Gas durch den Druck der Flüssigkeit auf den bloß aus reinem Platin bestehenden Zündschwamm streichen läßt, wobei es sich mit atmosphärischer Luft vermischt, und in diesem Zustand unter einer kleinen Explosion entzündet wird.

Ein Gasgemische von Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft wird, weil es beim Entzünden größerer Mengen einen Knall verursacht, **Knallgas** genannt; es muß sehr vorsichtig damit umgegangen, und die Versuche hiermit dürfen nicht von einem im chemischen Experimentiren Unbekannten angestellt werden, da bei der geringsten Vernachlässigung irgend einer Vorsichtsmaßregel für den Experimentator

gefährliche Explosionen entstehen können. Ein Unglück durch solches Knallgas fand vor mehreren Jahren bei einem Eisenschmelzungsprozeß statt; die Arbeiter hatten nämlich eine große Menge in schmelzendem Zustand sich befindliches Eisen mit Wasser abgelöscht, wobei sich nach dem oben Angeführten das Wasser zersetzen mußte, und ließen dann eine neue Quantität schmelzenden Eisens in den Raum, in welchem sich das nun vorhandene Knallgas befand, abfließen; so wie dieses in den Raum eindrang, wurde das Knallgas entzündet und das ganze Gebäude durch die Kraft des glühenden Wasserdampfes in die Luft gesprengt, wobei, mit Ausnahme eines Einzigen, welcher sich an der Thüre befand und durch die Explosion weggeschleudert wurde, sämmtliche Arbeiter ums Leben kamen.

Noch energischer wird aber die Wirkung des Knallgases, wenn statt der atmosphärischen Luft reines Sauerstoffgas dem Wasserstoffgas beigemengt wird und wird ein solches Gasgemische in einem gehörig eingerichteten Apparat stark comprimirt und dann bei seinem Ausgang durch ein enges Rohr entzündet, so ist die Hitze, die dadurch erregt wird, so stark, daß Substanzen, die sonst in dem stärksten Ofenfeuer unschmelzbar sind, vor dieser Flamme zum Schmelzen gebracht werden können. Sind solche Substanzen aber auch hierin unschmelzbar, so verbreitet sie doch gewöhnlich ein sehr intensives Licht, wie z. B. beim Kalk, der dadurch so leuchtend wird, daß die Augen den Lichtglanz nicht vertragen können. Dieses Licht wird in dem sogenannten Hydro-Oxygengas-Microscop statt des Sonnenlichtes benutzt.

Dieser Prozeß der Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff ist ein Verbrennungsprozeß, der sich täglich in seinen Erscheinungen uns darbietet; beim Verbrennen des Holzes, des Spiritus oder des Talges ist es der Wasserstoff, welcher je nach dem Verhältniß, in welchem er in einer zum Verbrennen und Erhitzen bestimmten Substanz enthalten ist, die größere oder geringere Hitzkraft derselben bedingt.

So erhitzt beim Verbrennen an der atmosphärischen Luft z. B.

1 ℔ Wasserstoffgas	221 ℔	Wasser von 0° bis 100° C.
1 ℔ beste Steinkohlen	70 ℔	" " " "
1 ℔ guter Torf	30 ℔	" " " "
1 ℔ lufttrocknes Holz	29,5 ℔	" " " "
1 ℔ Talg	86 ℔	" " " "
1 ℔ Spiritus von 99% Tr.	62 ℔	Wasser von 0° bis 100° C.

und es wäre hiernach das Wasserstoffgas das beste Heizmaterial, wenn eine Vorrichtung ausgemittelt würde, dasselbe auf die wohlfeilste Weise aus dem Wasser abzuscheiden.

Der Wasserstoff spielt also im Leben eine wichtige Rolle und zwar wirkt nicht immer der freie Wasserstoff, sondern in sehr vielen Fällen auch der gebundene Wasserstoff, wie es bei den gewöhnlichen Verbrennungen der Fall ist, denn die oben erwähnten Heizmaterialien enthalten alle Wasserstoff. Aber so wie der Wasserstoff im gebundenen Zustand sich mit dem freien Sauerstoff verbinden kann, so verbindet sich auch der freie oder gebundene Wasserstoff

mit Sauerstoff, der an andere Stoffe gebunden ist; dieses ist besonders bei den Verbindungen des Sauerstoffes mit den Metallen der Fall und hier wird die sauerstoffentziehende Kraft des Wasserstoffes öfters in Anspruch genommen. Im Kleinen kann man dieses leicht beobachten, wenn man auf die Decke eines schmelzenden Metalles, welche Sauerstoff aufgenommen hat, einen wasserstoffhaltigen Körper, wie z. B. Talg, wirft, und schon in dem Artikel Sauerstoff erwähnt worden ist; alsbald wird durch den in dem Talg vorhandenen Wasserstoff (und Kohlenstoff) der Sauerstoff aus dem gebildeten Oxyd aufgenommen und das Metall wieder spiegelglänzend hergestellt.

Da das Wasserstoffgas so ungemein leicht ist, denn es ist im reinsten Zustand 14,5 Mal leichter als die atmosphärische Luft, so ist es benutzt worden, die sogenannten Luftschiffe anzufüllen, damit diese durch das geringere Gewicht, welches sie, wie die nöthigen Transportmittel, gegen eine gleich große Menge atmosphärischer Luft behaupten, bestimmt werden, bis zu einer gewissen Höhe, in welcher durch die niedere Dichtigkeit der umgebenden atmosphärischen Luft das Gleichgewicht zwischen beiden hergestellt ist, steigen.

Wasser.

Die Verbindung, welche beim Verbrennen des Wasserstoffes gebildet wird, ist, wie Wilhelm seinen Freunden schon oft im vorigen Artikel gesagt hatte, das bekannte Wasser, welches in den

verschiedenen Prozessen, die theils natürlich, theils künstlich eingeleitet werden, einer fortwährenden Zersetzung und Wiederbildung unterworfen ist.

Ein schönes Beispiel für die Zersetzung des Wassers und der Wiederbildung desselben gibt das Eisen und dessen Verbindung mit Sauerstoff. Leitet man nämlich über feinzertheiltes glühendes Eisen, welches sich in einer unschmelzbaren Röhre befindet, Wasserdämpfe, so werden diese, wie schon oben bei der Darstellung des Wasserstoffgases gesagt worden ist, zersetzt; es bildet sich oxydirtes Eisen und Wasserstoffgas wird frei; leitet man aber dann das auf diese Weise erhaltene Wasserstoffgas bei einer niedrigeren Temperatur über das oxydirte Eisen, so entzieht es diesem wiederum den Sauerstoff und Wasser wird gebildet.

Noch instruktiver läßt sich ein derartiger Versuch anstellen, wenn man eine bestimmte Quantität Kupfer längere Zeit an der atmosphärischen Luft glüht und dann die Gewichtszunahme desselben bestimmt. Wird das so gebildete Küpferoxyd in eine Glasröhre gegeben, mit über geschmolzenen salzsauren Kalk getrocknetem Wasserstoffgas in der Hitze behandelt und das sich bildende Wasser in eine andere mit salzsaurem Kalk gefüllte Röhre geleitet, so wird man wahrnehmen:

1) daß das schwarze Kupferoxyd die ursprüngliche Farbe des Kupfers wieder erhält und, wenn der Prozeß vollkommen beendigt worden ist,

2) sein voriges Gewicht wieder erlangt hat, und

3) daß die Gewichtszunahme der vorgeschlagenen mit salzsaurem Kalk gefüllten Röhre um 1/8 noch mehr beträgt, als das Kupfer bei seiner Erhitzung an Sauerstoff aufgenommen hatte.

Diese Erscheinungen werden dadurch bedingt, daß das oxydirte Kupfer beim Erhitzen mit Wasserstoff an diesen den Sauerstoff abgibt und das gebildete Wasser von dem salzsauren Kalk angezogen wird. Es kann dieser Versuch auch dahin abgeändert werden, daß man das sich bildende Wasser bloß in einer Vorlage sammelt, wobei jedoch sein Gewicht nicht berücksichtigt werden darf, da leicht Wasserdünste hinweggeführt werden.

Dieses so gebildete Wasser unterscheidet sich von dem so allgemein in der Natur verbreiteten Wasser durch weiter nichts, als daß es keine fremden Beimengungen enthält und auch diese können dem natürlichen Wasser entzogen werden, wenn man es destillirt, d. h. wenn es vorsichtig in Dampf verwandelt und der gebildete Dampf wieder abgekühlt wird. Aber auch beim vollständigen Verbrennen organischer Substanzen, wie des Holzes, Spiritus oder Talges bildet sich außer einer gasförmigen Substanz, der Kohlensäure, nur Wasser, wie Wilhelm seinen Freunden schon früher gesagt hatte und jetzt in folgendem Versuch zeigte: er brachte unter eine trockene, mit einer langen Röhre versehenen, einen Zoll hoch über einem Teller stehende Glocke eine brennende Spirituslampe; bald schlug die innere Wand mit Feuchtigkeit an, welche in Streifen herablief und sich in ziemlicher Menge auf dem Teller ansammelte; diese Flüssigkeit hat weder Geruch noch Geschmack und verhält sich überhaupt wie reines Wasser.

Das Wasser findet sich auf unserer Erde und in deren Atmosphäre in drei Formen. In der gewöhnlichen Form behauptet es sich fast gänzlich, wenn es nicht einer Temperatur von 0° C. oder von 100° C. ausgesetzt wird; in dieser Form bildet es die verschiedenen Gewässer, die theils ganze Theile unserer Erde bedecken, theils die festen Theile derselben nach verschiedenen Gegenden durchschneiden, theils in der Erdrinde enthalten sind und durch ihren Ausbruch aus derselben die Quellen bilden.

Wird das Wasser erhitzt, so verwandelt es sich in Dampf; die größte Dampfbildung findet bei 100° C, wo es selbst kocht, statt; bei stärkerer Erhitzung vermindert sich die Dampfbildung so, daß z. B. ein Wassertropfen auf einer glühenden Oberfläche die vier- bis sechsfache Zeit zum vollständigen Verdunsten braucht, als er bei 100° nothwendig gehabt haben würde. Diesen Versuch stellte Wilhelm an: er erhitzte einen Platinlöffel bis zum Glühen und ließ dann einige Tropfen Wasser darauf fallen; dieses zeigte aber weder die Erscheinung des Siedens, noch war seine Verdampfung rasch, vielmehr war das Wasser nur in einer raschen sich kreuzenden Bewegung und gab auf diese Art, gegen das Licht gehalten, eine sehr schöne Erscheinung, indem es wie ein Brillant glänzte. Als Wilhelm den Löffel von der Flamme der Spirituslampe entfernt hatte, so trat bei der stattfindenden Abkühlung ein Punkt ein, wo plötzlich alles Wasser in Dampf verwandelt wurde. Diese Erscheinung kann in den Dampfkesseln eintreten und zur Zersprengung derselben Veranlassung geben, wenn diese so weit erhitzt

werden, daß sie das Wasser nicht mehr gehörig in Dampf verwandeln können; um solchen Unglücksfällen vorzubeugen, hat man statt der gewöhnlichen Ventile andere Sicherheitsmaßregeln getroffen; an einigen Stellen der Dampfkessel sind nämlich Stücke eines leichtflüssigen Metallgemisches eingesetzt, welches je nach der Temperatur, die ein Dampfkessel erhalten soll, in verschiedenen Graden der Schmelzbarkeit zusammengesetzt werden kann. Steigt die Temperatur des Kessels über diesen Grad, so schmilzt das Metall und die Temperatur des Wassers sinkt wieder auf den Grad zurück, der für den Kessel bestimmt ist.

Das Wasser kann sich übrigens bei jeder Temperatur in Dampf verwandeln und selbst Eis von — 10° zeigt noch diese Erscheinung; die Menge desselben ist aber für jeden Grad verschieden und steigt mit der Temperatur. Daher läßt es sich erklären, daß sowohl im Sommer als im Winter Wasser oder Eismassen gänzlich verschwinden. Diese langsame Verdunstung des Wassers ist die Ursache der Nebel-, Thau-, Wolken-, Regen- und Schneebildung; denn wenn die Luft sich nach und nach mit Wasserdampf sättigt, so bilden sich bei eintretender Abkühlung aus dem Wasserdampf Dunstbläschen, d. h. Luftkugeln, die mit einer Wasserhülle umgeben sind und stellen so in großen Massen den Nebel dar; ist die Umgebung der Erde kälter als die Luft, in welcher der Nebel enthalten ist, so schlägt sich dieser nieder und stellt sich als Thau dar; ist der obere Theil der Luft kälter, so zieht er in die Höhe und bildet Wolken, die, wenn die Luft so weit abgekühlt ist, daß sich die Dunstbläschen vereinigen

können oder überhaupt die Luft sehr mit Feuchtigkeit geschwängert ist, in Tropfen das Wasser herabfallen lassen. Ist endlich die Temperatur so stark abgekühlt, daß das Wasser nicht mehr als solches bestehen kann, und findet diese Abkühlung nicht zu rasch statt, so bilden sich die Schneeflocken; wird dagegen feuchte Luft in den oberen Regionen sehr schnell abgekühlt, so vereinigen sich die Dunstbläschen zu Eiskügelchen und fallen als Hagel nieder, welcher sich während seines Herunterfallens durch die Feuchtigkeit der unteren Luftregionen noch vergrößert und oft ein beträchtliches Gewicht erlangt. Durch das Steigen in sehr hohen Luftregionen wird aber der Wasserdunst so langsam abgekühlt, daß er in sehr feinen Nadeln krystallisirt, die in der Luft schwebend erhalten werden und, in großen Massen vereinigt, die sogenannten Federwölkchen bilden.

Das Wasser wird unter den gewöhnlichen Umständen bei einer Temperatur von 0°, die deßhalb auch der Gefrierpunkt des Wassers genannt wird, fest und stellt in großen Mengen die Eismassen dar, die sich in unserer Gegend im Winter bilden, an den Nord- und Südpolgegenden aber und in hohen Regionen fortwährend vorhanden sind.

In einem solchen Zustand findet sich auch das Wasser in verschiedenen Salzen und anderen Verbindungen, wo es manchmal nicht allein die Form solcher Verbindungen, sondern auch die Farbe derselben bedingt. So ist z. B. die blaue Farbe und die Gestalt des Kupfervitriols bloß durch die Gegenwart des Wassers bedingt; denn wird diesem Salze in gelinder Wärme das Wasser entzogen, so verliert es nicht allein seine Farbe und wird weiß, sondern zerfällt

auch zu einer pulverigen Substanz. Wird diese wieder im Wasser gelös't, so nimmt dieses eine blaue Farbe an und gibt beim langsamen Verdunsten wieder blaue Krystalle von der Beschaffenheit der vorigen. Dieses Wasser wird das Krystallwasser genannt.

Bei dem Festwerden oder Gefrieren des Wassers wird noch eine Erscheinung wahrgenommen, die uns an die Allweisheit Gottes erinnert. Es ist nämlich sonst eine allgemeine Regel, daß die Körper, wenn sie aus dem flüssigen Zustand in den festen übergehen, dichter werden und deßhalb ein größeres specifisches Gewicht erhalten. Dieses verhält sich aber beim Wasser umgekehrt; die größte Dichtigkeit desselben ist nämlich bei + 4° C. und über oder unter dieser Temperatur dehnt es sich fortwährend aus, so daß das specifische Gewicht des Eises zu dem des Wassers bei + 4° C. sich beinahe wie 9 : 10 verhält. Da nun das Wasser, wenn es im Winter bis + 4° C. abgekühlt ist, vermöge der dadurch erlangten größten Dichtigkeit zu Boden sinkt, so wird nicht nur dadurch bedingt, daß das sich bildende Eis auf der Oberfläche desselben bleibt, sondern auch das unter dem Eis sich befindliche Wasser bei einer Temperatur erhalten wird, in welcher die Wasserthiere noch leben können. Würde dagegen das Eis schwerer sein als das Wasser, so müßte jede sich bildende Eisschicht zu Boden sinken und die tiefsten Gewässer würden leicht so ausfrieren können, daß die größte Sommerwärme nicht hinreichend wäre, dieselben vollständig wieder aufzuthauen.

Die Ausdehnung des Wassers beim Festwerden verursacht das Zerspringen solcher Gefäße, in welchem Wasser zum Gefrieren

gebracht wird, und in Florenz ist von den Akademikern auf diese Weise eine kupferne Kugel zersprengt worden, welche hierzu nach den Berechnungen eine Kraft von 27,700 ℔ hierzu bedurfte. Diese ist aber nicht die einzige Erscheinung; im Herbst, wenn häufig Regen fällt, sättigen sich die Höhlungen der Felsarten mit Wasser; im Winter wird dieses Wasser fest und zersprengt die Felsen, die dann, wenn sie an abschüssigen Stellen gelegen sind, mit dem eintretenden Thauwetter die Bergfälle veranlassen. Zugleich wird aber auch dadurch das Gestein nach und nach in einen erdartigen Körper verwandelt und zur Vegetation tauglich gemacht.

Das Wasser hat in chemischer Beziehung noch eine Eigenschaft, die nur bei wenigen Verbindungen angetroffen wird. Es kann nämlich in gewisser Beziehung sowohl den Charakter einer Basis als den einer Säure annehmen, und ist dann mit einem anderen Körper so fest verbunden, daß es entweder gar nicht durch die Hitze oder nur in sehr hoher Temperatur ausgetrieben werden kann, und eine wirkliche Säure oder Basis zu der Verbindung gegeben werden muß, wenn sich das Wasser ausscheiden soll. Zwei Beispiele dieser Art haben wir in der bekannten Schwefelsäure und der festen Substanz der Seifensiederlauge. Wird nämlich die durch das Verbrennen des Schwefels erhaltene Schwefelsäure eingedampft, so verliert sie zwar den größten Theil ihres Wassers, aber zuletzt tritt ein Punkt ein, wo die Schwefelsäure eine gewisse Menge Wasser gebunden hält, und dieses unter diesen Umständen nicht abgiebt; wird Seifensiederlauge eingedampft, so erhält man zuletzt

eine Salzmasse, welche die stärkste Hitze vertragen kann, ohne einen bestimmten Rückhalt von Wasser abzugeben. Bringt man aber beide Substanzen im Verhältniß von 49 Schwefelsäure und 56 des festen Rückstandes der Lauge in ihrem mit Wasser verdünnten Zustand zusammen, dampft die Flüssigkeit ab und erhitzt den Rückstand eine Zeit lang bei dem Kochpunkt des Wassers, so erhält man nicht 105 Theile der Verbindung beider, sondern nur 87 Theile, was daher rührt, daß das Wasser der Säure, so wie das der Basis durch die Basis und die Säure abgeschieden worden ist, und nun entfernt werden konnte.

Das so gebundene Wasser wird das Hydratwasser irgend eines Körpers genannt und dieser selbst ein Hydrat; die Gegenwart dieses Wassers bedingt ebenfalls oft die Farbe der Verbindungen, so ist z. B. das Eisenoxydul schwarz, als Hydrat aber weiß, das Bleioxyd gelb, als Hydrat aber weiß u. s. w.

Das Wasser ist ein Lösungsmittel für viele unorganische und organische Verbindungen, und muß schon deßhalb eine große Anwendung im Leben finden. Außer dem gewöhnlichen Gebrauch zum Trinken und Kochen wird es fast in jedem Gewerbe mehr oder weniger gebraucht, und es ist daher nothwendig für die Gewerbtreibenden, die Natur des Wassers zu kennen, dessen sie sich bedienen. Denn das Wasser, wie es sich auf unserer Erde darbietet, ist niemals rein, da es zu vielfach mit Substanzen in Berührung kommt, auf welche es lösend wirkt. In dem Verhältniß seiner Reinheit kann man aber das Wasser nach seinen Quellen eintheilen.

1. Regen- oder Schneewasser; wird fallendes Regenwasser oder Schnee dann aufgesammelt, wenn es durch sein Niederfallen die in der Luft schwimmenden, staubigen Theile niedergerissen hat, so erhält man ein Wasser, welches für die meisten technischen und chemischen Arbeiten rein genug ist, denn es enthält nur Spuren von Salzen und einer organischen Materie. Das während eines Gewitters fallende Wasser enthält gewöhnlich salpetersaures Ammoniak, welches aus den Elementen der Luft und des Wassers durch die elektrischen Funken (Blitze) gebildet worden ist.

2. Flußwasser ist, wenn es nicht durch plötzliche Regengüsse getrübt worden ist, ebenfalls ziemlich rein, wenigstens enthält es in den meisten Fällen keine Kalksalze, da es mit Seife helle Lösungen gibt, und deßhalb besonders zur Wäsche dienen kann.

3. Quell- oder Brunnenwasser kann zwar in solchen Fällen ziemlich rein sein, wo es aus Gebirgsarten hervorkommt, die keine löslichen Theile an das Wasser abgeben können; gewöhnlich enthält es aber, außer atmosphärischer Luft und Kohlensäure, kleinere oder größere Quantitäten von Salzen und besonders von Kalksalzen, welche die Seife zersetzen und mit dem sauren Bestandtheil derselben unlösliche Verbindungen bilden. Solche Wässer haben noch die nachtheilige Eigenschaft, daß sie nicht zum Kochen der Hülsenfrüchte tauglich sind, indem sie den zum Theil in der Kohlensäure gelös'ten Kalk in der Hitze ausscheiden, dieser sich aber auf die Hülsenfrüchte niederschlägt und sie gegen die Einwirkung des Wassers schützt.

Man nennt solche Wasser wegen der Eigenschaft, mit Seife eine unlösliche Verbindung zu bilden, hartes Wasser, zum Unterschied von den beiden vorigen, welche weiche Wasser genannt werden. Uebrigens können sie auch zu genannten Zwecken dienen, wenn man sie mit etwas kohlensaurem Natron vermischt, wobei durch die doppelte Wahlverwandtschaft die löslichen Kalksalze in unlösliche verwandelt werden und sich absetzen.

4. Mineralwasser sind solche Quellwasser, welche von irgend einem ihrer Bestandtheile so viel aufgelös't enthalten, daß sie dadurch einen eigenthümlichen Geschmack oder Geruch erhalten; da sie gewöhnlich auch besondere Heilkräfte äußern, so werden sie Heilquellen oder Gesundbrunnen genannt.

5. Meerwasser ist das unreinste Wasser, denn außer den salzigen Bestandtheilen der Quellwasser enthält es noch große Mengen von Kochsalz und eine andere ähnliche Verbindung, durch die es den bittersalzigen Geschmack erhält; es ist für sich ebenfalls zum Waschen untauglich, kann aber durch Zusatz von kohlensaurem Natron hierzu und durch Destillation zum Trinken brauchbar gemacht werden.

Da es in manchen Fällen vortheilhaft ist, die gewöhnlichsten Bestandtheile eines Wassers kennen zu lernen, so verfährt man dabei auf folgende Weise:

Man bringt zu dem Wasser einige Tropfen einer Auflösung des bekannten Sauerkleesalzes; wird dadurch in dem Wasser eine Trübung verursacht, so ist irgend ein Kalksalz vorhanden; vermehrt

sich die Trübung bis zu einer starken Fällung der trüben Theile, so ist die Menge der Kalksalze bedeutend.

Auf gleiche Weise verfährt man mit dieser Flüssigkeit, nachdem durch Zusatz des Sauerkleesalzes kein Niederschlag mehr gebildet wird und sie sich geklärt hat, um durch Zusatz von basisch phosphorsaurem Ammoniak oder von Phosphorsäure und vorwaltendem Ammoniak Magnesiasalze zu erkennen.

Eisensalze geben sich in einem Wasser dadurch zu erkennen, daß sie an der Luft einen braungelben Absatz geben oder durch einen wässerigen Aufguß von Galläpfeln bei wenig Eisen eine meergrüne, bei mehr Eisen eine dunkle Färbung geben.

Schwefelsaure Salze werden dadurch erkannt, daß sie mit einer Auflösung des salzsauren Barytes einen weißen Niederschlag geben, der sich in keiner Säure auflös't.

Salzsaure Salze erkennt man daran, daß das mit etwas Salpetersäure vermischte Wasser mit einer Lösung des salpetersauren Silberoxyds einen Niederschlag gibt, der am Licht seine weiße Farbe verliert und sich in Ammoniak lös't.

Kohlensaure Salze werden daran erkannt, daß sie mit Kalkwasser einen weißen Niederschlag geben; ist freie Kohlensäure im Wasser enthalten, so wird der durch Kalkwasser gebildete Niederschlag durch größere Mengen des zu untersuchenden Wassers wieder aufgelös't.

Diese Prüfungen kann man recht passend in weißen Wein- oder Schnapsgläsern vornehmen und die nöthigen Mittel aus jeder Apotheke beziehen.

Vom Stickstoff.

Wilhelm brachte unter eine leere Glasglocke, welche mit Wasser abgesperrt werden konnte, in einer Schale, die auf einem Gestell stand, etwas Phosphor und daneben liegend ein Stück brennenden Schwamm. Als der Phosphor von dem glühenden Schwamm berührt wurde, entzündete er sich und brannte einige Zeit mit großem Lichtglanz; bald aber verminderte sich dieser, das Wasser stieg in die Höhe, und der Phosphor verlöschte endlich gänzlich, obgleich noch eine ziemliche Quantität Luft in der Glocke und unverbrannter Phosphor auf der Schale übrig blieben; die Glocke war anfangs zwar voller weißer Dämpfe, wurde aber nach einiger Zeit ganz hell. In diesem Prozeß, erklärte **Wilhelm** seinen Freunden, verbindet sich der Phosphor mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu einer Substanz, die sich in Wasser sehr leicht löst. Würde daher die atmosphärische Luft bloß aus Sauerstoffgas bestehen, so hätte in diesem Verbrennungsprozeß, wenn die Vorrichtung zweckmäßig angestellt worden wäre, bei einer hinreichenden Menge von Phosphor alle Luft verschwinden müssen, da sich beide Stoffe sehr leicht verbinden. Ersteres ist aber nicht der Fall; die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von dem schon bekannten Sauerstoffgas und von Stickstoffgas; letzteres aber wird bei dem Verbrennen des Phosphors nicht aufgenommen, sondern bleibt zurück, hält aber gewöhnlich noch kleine Mengen von Sauerstoffgas zurück,

weil diese theils durch ihre große Verdünnung mit dem Stickstoffgas, theils durch die Dämpfe des verbrannten Phosphors nicht mehr im Stande war, sich mit dem Phosphor zu verbinden.

Eine mit denselben Eigenschaften begabte luftförmige Substanz wird auch erhalten, wenn man ein Gemenge von 14 Theilen Eisenfeile und 10 Theilen trocknen und gepulverten Salpeter in einer engen Glasröhre erhitzt und das sich entwickelnde Gas mittels einer an der Röhre angesetzten Gasleitungsröhre in mit Wasser gefüllte und in Wasser umgestürzte Flaschen leitet oder wenn man durch eine wässerige Auflösung des Ammoniaks Chlorgas leitet. Das Auftreten ein und derselben Gasart in den beiden zuletzt erwähnten Prozessen wird dadurch bedingt, daß im ersten Falle der saure Bestandtheil des Salpeters, die Salpetersäure (eine Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff, als solche wir sie bald kennen lernen werden) in ihre Elemente zerlegt und das eine derselben, der Sauerstoff von dem Eisen aufgenommen, das andere aber, der Stickstoff in Freiheit gesetzt wird. Im zweiten Falle wird das Ammoniak (auch eine Stickstoffverbindung, aber mit Wasserstoff) nur zum Theil zersetzt und umgeändert: die weitere Erklärung verschob aber Wilhelm, da sie jetzt noch zu schwierig war, bis dahin, wo er von der Verbindung beider Stoffe sprechen werde.

Um nun zu zeigen, daß die beim Verbrennen des Phosphors zurückbleibende und die beim Erhitzen von Eisen und Salpeter auftretende Luft ein und dieselbe sei, entwickelte Wilhelm auf letztere Weise eine Quantität derselben und brachte in diese einen brennenden

Spahn, wie er es beim Sauerstoffgas vorgenommen hatte. Hier war aber der Erfolg ein ganz entgegengesetzter; denn im Sauerstoffgas verbrannte der Spahn mit einer viel größeren Lichtentwickelung, als in der atmosphärischen Luft, in dem Stickstoffgas aber verlöschte er augenblicklich. Eben so verhielt sich die Luft, die beim Verbrennen des Phosphors übrig geblieben war; die Glocke war nämlich oben mit einer Oeffnung versehen, die mittels eines Korkes verschlossen war. Wilhelm senkte die Glocke so weit in das Wasser, daß die innere und äußere Fläche des Wassers in gleicher Höhe war, nahm dann den Kork weg und brachte durch die Oeffnung einen brennenden Spahn, der aber auch augenblicklich verlöschte.

Dieses Gas ist auch nicht zum Leben der Thiere tauglich; werden Thiere in einen Raum gebracht, welcher bloß Stickstoffgas enthält, so sterben sie sehr schnell, nicht weil es tödtlich wirkt, sondern weil zur Unterhaltung des Lebens, wie des Verbrennens, das Sauerstoffgas nothwendig ist. Wegen dieser Eigenschaft, das Leben und Verbrennen zu ersticken, hat das in den oben erwähnten Prozessen zurückbleibende oder auftretende Gas den Namen Stickgas oder Stickstoffgas erhalten; es wurde im Jahr 1772 von Dr. Rutherford in Edinburg und 1775 von dem Schweden Scheele entdeckt, als sie sich mit der Untersuchung der atmosphärischen Luft beschäftigten. Es wird auch, da es ein Bestandtheil des Salpeters ist, Salpeterstoff oder Salpeterluft genannt.

Das Sauerstoffgas und Wasserstoffgas verbinden sich leicht mit anderen Stoffen, wie Wilhelm seinen Freunden in den früheren

Experimenten gezeigt hatte. Diese Eigenschaft zeigt aber das Stickstoffgas nicht; es verbindet sich auf unmittelbarem Weg mit keinem einfachen Stoff; nur bei Gegenwart von Wasser und in sehr großer Hitze kann es sich mit Sauerstoff und Wasserstoff verbinden, aber immer nur in geringer Menge. Kommen aber diese Stoffe im Augenblicke ihres Freiwerdens mit einander in Berührung oder sind sie in ihren anderweiten Verbindungen mit alkalischen Substanzen in Berührung, so kann sich der Stickstoff sowohl mit Sauerstoff, als auch mit Wasserstoff verbinden und zwei in ihre Eigenschaften sich gänzlich entgegengesetzte Substanzen, nämlich im ersten Falle die Salpetersäure, im zweiten Falle das Ammoniak bilden, mit deren beiderseitigen Bildung und Eigenschaften Wilhelm seine Freunde bald bekannt machen, zuvor aber erst die allgemeinen Eigenschaften der atmosphärischen Luft erörtern wollte.

Atmosphärische Luft.

Die atmosphärische Luft ist, wie Wilhelm seinen Freunden schon einigemale gesagt hatte, keine Verbindung, sondern nur ein Gemenge von Stickstoffgas und Sauerstoffgas, in dem Verhältniß von 79 Raumtheilen des ersteren zu 21 Raumtheilen des letzteren, und enthält außerdem noch geringe Mengen vom Kohlensäuregas und Wasserdampf, deren Gehalt jedoch sehr verschieden ist, während Stickstoffgas und Sauerstoffgas immer in den angegebenen Verhältnissen vorgefunden wird. Dieses constante Verhältniß hat auch

viele Chemiker bestimmt, die Luft als eine Verbindung zu betrachten.

Da die Luft Gewicht hat, so kann sie nach dem Gesetz der Schwere nicht in dem ganzen Himmelsraum enthalten sein, sondern muß eine gewisse Gränze haben, die im Mittel zu 10 geographischen Meilen über der Oberfläche unserer Erde angenommen wird, wobei die Luft auf diese selbst einen Druck ausübt, der so stark ist, als wenn die Erde 28 Zoll hoch mit Quecksilber bedeckt wäre; er ist aber uns nicht wahrnehmbar, da er von allen Seiten wirkt.

Die Luft ist ein höchst elastischer Körper, der sich bis ins Unendliche ausdehnen, aber auch wieder zusammendrücken läßt, ohne daß sie dabei ihren luftförmigen Zustand verändert, nimmt aber augenblicklich ihren ursprünglichen Raum wieder ein, wenn die wirkende Kraft entfernt wird. Durch die Wärme wird sie ebenfalls in ihrem Raum verändert, so daß sie in der Kälte dichter, in der Wärme dünner ist und dabei sich in constanten Verhältnissen ausdehnt.

In chemischer Beziehung theilt die atmosphärische Luft die Eigenschaften des Sauerstoffgases nur in geringerem Grade, da sie mit einer so großen Menge Stickstoffgas vermischt ist. Sie ist unbedingt nothwendig zum Verbrennen und zum Leben, wobei sie ihres Sauerstoffs beraubt wird, der ihr aber durch irgend einen anderen in der Natur wirkenden, von den Naturforschern noch nicht mit Gewißheit nachgewiesenen Prozeß wieder zugeführt werden muß, da nichts vorliegt, woraus sich schließen ließe, daß die atmosphärische Luft früher reicher an Sauerstoffgas gewesen sei, als in unserer Zeit.

Um die Menge des Sauerstoffes in der atmosphärischen Luft zu bestimmen, bedient man sich der Luftgütemesser oder Eudiometer, die zum Zweck haben, durch irgend eine passende Substanz das Sauerstoffgas gänzlich der Luft zu entziehen, und aus dem Verlust die Menge desselben zu bestimmen. Solche Substanzen, welche diese Eigenschaft haben, und hierzu benutzt werden, sind der Phosphor, das Salpetergas, Schwefelkalium oder Wasserstoffgas; alle diese Substanzen entziehen theils schon bei gewöhnlicher, theils in erhöhter Temperatur oder unter Mitwirkung einer dritten Substant der atmosphärischen Luft das Sauerstoffgas; am vollständigsten wirkz aber das Wasserstoffgas, welches in seinem mit atmosphärischer Luft vermischten Zustand entweder durch den elektrischen Funken oder durch die Thätigkeit des Platins bestimmt wird, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden und Wasser zu bilden.

Da dieses ein sehr belehrendes Experiment ist, so wollte Wilhelm in zwei verschiedenen Versuchen nachweisen, daß 100 Raumtheile atmosphärische Luft 21 Raumtheile Sauerstoffgas enthalten. Er hatte zwei Glasröhren, von denen die eine, eine sogenannte Verpuffungsröhre, oben mit einer Messinghülse versehen war, in welcher sich zwei Glasröhren und in jeder von diesen eine Messingnadel befand, deren Köpfe außerhalb der Röhre, die Spitze aber innerhalb bis auf eine Linie genähert waren; die andere Röhre war bloß an dem einen Ende zugeschmolzen; beide aber waren in 100 gleiche Theile getheilt. Die mit der Messinghülse versehene wurde mit Wasser außerhalb des Hauses, im

Garten bis zur Hälfte, die andere Röhre mit Quecksilber im Wohnzimmer eben so weit angefüllt, erstere in Wasser, letztere in Quecksilber umgestürzt, und dann in jede 25 Theile Wasserstoffgas geleitet. Nun näherte Wilhelm den Knöpfen der einen Röhre, wovon einer mit einem Draht versehen war, eine mit Elektricität geladene und mit dem Draht umwickelte Leidner Flasche so, daß sie den anderen Knopf berührte; in diesem Moment vernahmen seine Freunde einen schwachen Schlag, sahen eine dunkle Feuersäule in der Glasröhre und eine augenblickliche Verminderung der in derselben enthaltenen Luft. In die mit Quecksilber gesperrte Glasröhre brachte er eine Kugel, welche aus Platinschwamm und Thon verfertigt und frisch ausgeglüht worden war; so wie diese sich überhalb des Quecksilbers befand, wurde die Luft im ersten Augenblick ausgedehnt, verminderte aber sehr bald wieder ihr Volumen, bis endlich nach Verlauf einiger Minuten Stillstand eintrat. In beiden Glasröhren waren nun gleiche Mengen Luft übrig geblieben, nämlich 43,5 Theile. Um nun die Menge des vorhanden gewesenen Sauerstoffgases zu bestimmen, muß man die stattgefundene Verminderung mit der Zahl 3 dividiren, da sich nämlich immer zwei Raumtheile Wasserstoffgas mit einem Raumtheil Sauerstoffgas zu Wasser verbinden, also in der stattgefundenen Raumverminderung $^1/_3$ Sauerstoffgas enthalten gewesen sein muß. Die Verminderung = 31,5 Theile dividirt durch 3 = 10,5 Theile Sauerstoffgas, weßhalb in 100 Theilen atmosphärischer Luft, da

$$50 : 10,5 = 100 : 21$$

ist, 21 Raumtheile Sauerstoffgas enthalten sind. In diesen beiden Versuchen hatte nun Wilhelm seinen Freunden gezeigt, daß die atmosphärische Luft 21% Sauerstoffgas enthalte und zwar sowohl die, welche aus dem Freien, als die, welche aus dem Wohnzimmer in Untersuchung genommen worden war.

Um die Kohlensäure und das Wasser der atmosphärischen Luft zu bestimmen, mußte sich Wilhelm eines anderen, größeren Apparats bedienen, der aber gestattet, daß beide Bestimmungen zusammen vorgenommen werden können. Er besteht aus einem blechernen Gefäß von beliebiger Größe (Wilhelm wendete hierzu den Gasometer an, dessen Beschreibung weiter unten folgen wird), dessen Rauminhalt aber genau bekannt ist; an dem oberen Deckel befindet sich eine Hülse, in welche mittels eines gut passenden Korkes eine zweischenklich gebogene Glasröhre eingesetzt ist, an dem unteren Theil befindet sich eine verschließbare Oeffnung. Das Gefäß wird vollkommen mit Wasser angefüllt, dann an dem äußeren Schenkel der Glasröhre luftdicht eine Woulff'sche Flasche so angesetzt, daß der Schenkel nicht in die darin enthaltene Flüssigkeit, welche aus Barytwasser und Ammoniak[1] besteht, eintaucht; in die andere Oeffnung der Woulff'schen Flasche wird eine rechtwinklig gebogene Gasleitungsröhre so eingesetzt, daß sie bis auf den Boden des Gefäßes reicht; an den

[1] Das Ammoniak wird deßhalb zugesetzt, weil es die Kohlensäure der später durchstreichenden Luft schneller absorbirt und dann erst an den vorhandenen Baryt abgibt; es dient also dazu, das theilweise Entweichen der Kohlensäure zu verhindern.

äußeren Theil der Röhre wird eine weitere, lange, mit frischgeglühtem salzsauren Kalk gefüllte und genau gewogene Glasröhre angesetzt, deren andere Oeffnung mit einer engeren aber offenen Glasröhre versehen ist. Den auf diese Weise vorgerichteten Apparat setzte Wilhelm in Thätigkeit dadurch, daß er die untere Oeffnung des großen Gefäßes öffnete, wodurch das Wasser ausfloß. Hierdurch wird die umgebende äußere Luft bestimmt, durch den ganzen Glasapparat gehend, 1) in der mit salzsaurem Kalk gefüllten Glasröhre ihr Wasser und 2) in der mit Barytwasser und Ammoniak gefüllten Flasche bei dem Durchgehen durch die Flüssigkeit ihre Kohlensäure an die vorhandenen alkalischen Substanzen abzugeben. Ist alles Wasser aus dem Gefäß abgelaufen, so ist der Versuch beendigt und statt des Wassers eine gleiche Raummenge atmosphärische Luft getreten. Wilhelm wog nun schnell die mit salzsaurem Kalk gefüllte Röhre und fand, daß sie 7 Gran an Gewicht zugenommen habe. In der Flasche hatte sich ein weißer Niederschlag gebildet, welcher das Produkt der Vereinigung von Baryt und Kohlensäure ist; er spülte diesen Niederschlag vorsichtig in ein Gefäß, bestimmte das Gewicht des Gefäßes, wog in einem anderen Gefäß zugleich eine Quantität Salzsäure ab und goß diese so lange zu dem Niederschlag, bis kein Aufbrausen weiter statt fand und dieser selbst verschwunden war; nun ermittelte er den Verlust, den beide Gefäße zusammen erlitten hatten; er betrug 9,75 Gran und ist veranlaßt durch das Entweichen der Kohlensäure. Da nun Wilhelms Gasometer zwei Kubikfuß faßt, so sind nach diesen Resultaten

in zwei Kubikfuß Luft 17,28 Kubikzoll oder 9,75 Gran Kohlensäure und 7 Gran Wasserdampf enthalten gewesen.

Außer diesen Stoffen sind aber noch in der Luft verschiedene andere Substanzen enthalten, die sich durch chemische Mittel nicht nachweisen lassen, aber doch durch ihre Wirkungen auf den thierischen Organismus erkannt und durch chemische Mittel entfernt werden können. So theilt sich das Aroma der Blumen, Pflanzen, des Moschus u. s. w. der atmosphärischen Luft mit, und wird durch die Geruchsorgane wahrnehmbar, ohne daß es sich chemisch nachweisen lasse. Andere Beimengungen werden erzeugt, wenn Sümpfe im Sommer trocken werden, wodurch wiederum Krankheiten erzeugt werden können. Solche Stoffe zu entfernen, steht zum Theil in der Macht des Sachverständigen und ist für den allgemeinen Gesundheitszustand von der größten Wichtigkeit. Die Stoffe und Verbindungen, welche diese Eigenschaften haben, lernen wir später kennen und Wilhelm versprach seinen Freunden, sie vorzüglich darauf aufmerksam zu machen.

So wie die atmosphärische Luft Wasserdunst aufnehmen kann, so kann umgekehrt das Wasser atmosphärische Luft aufnehmen; aber hier verändert sich das Verhältniß seiner Bestandtheile. Um beides nachzuweisen, füllte Wilhelm eine Glaskugel vollkommen mit Wasser an, setzte eine S förmig gebogene Gasleitungsröhre auf die Oeffnung derselben, erhitzte die Glaskugel und leitete die sich dabei entwickelnde Luftblasen in die mit der Messinghülse versehene und mit Quecksilber gefüllte Glasröhre; als sich keine Luftblasen mehr

entwickelten, ließ er mittels einer gebogenen Glasröhre etwas Kali in die Röhre steigen, um die etwa vorhandene Kohlensäure zu entfernen und bestimmte dann die Menge der übrig bleibenden Luft; sie betrug in der Röhre 25 Theile; er ließ nun eben so viel reines Wasserstoffgas zutreten und entzündete das Gasgemische auf dieselbe Weise wie oben durch den elektrischen Funken; es blieben 26,75 Theile übrig; die Raumverminderung betrug daher 23,25 Theile oder das vorhanden gewesene Sauerstoff 7,75 Theile; für 100, da

$$25 : 7,75 = 100 : 31,0 \text{ ist.}$$

Wilhelm hatte nun dadurch gezeigt, daß wirklich Luft im Wasser enthalten, diese aber reicher an Sauerstoffgas als die freie Luft sei.

Die größere Menge von Sauerstoff, die sich in der im Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft befindet, ist wahrscheinlich nur deßhalb vorhanden, um den im Wasser lebenden Thieren die nöthige Menge von Sauerstoffgas zuzuführen und die in dem Wasser enthaltenen organischen Stoffe schneller zerstören zu können.

Salpetersäure.

Wilhelm gab in eine Retorte eine abgewogene Menge Salpeter, dann ein gleiches Gewicht Schwefelsäure und erhitzte nun die Retorte; unter starken Aufschäumen destillirte eine schwach gelblich gefärbte, stechende Dämpfe verbreitende Flüssigkeit über, die Nichts mit der aufgegossenen Schwefelsäure gemein hatte. Zuletzt

wurde der Inhalt der Retorte flüssig, und als keine Flüssigkeit mehr überdestillirte, fest. Diese Flüssigkeit, fuhr Wilhelm fort, ist Salpetersäure, welche dadurch aufgetreten ist, daß der Salpeter eine Umänderung erlitten hat. Der Salpeter besteht nämlich aus Kali und Salpetersäure; wird Schwefelsäure darauf gegossen, so scheidet sie die Salpetersäure ab (welche sogleich auch das von der Schwefelsäure chemisch gebundene Wasser aufnimmt), weil die Schwefelsäure eine größere Verwandtschaft zum Kali als die Salpetersäure hat. Da die Salpetersäure flüchtig ist, so kann sie durch Erhitzen von dem gebildeten schwefelsauren Kali getrennt und rein dargestellt werden. Der Prozeß und Erfolg kann eigentlich als ein durch doppelte Wahlverwandtschaft erfolgter angesehen und durch nachstehendes Schema ausgedrückt werden.

Salpeter

Schwefelsaures Kali

Kali + Salpetersäure

Schwefelsäure + Wasser

Salpetersäurehydrat

Concentrirte Schwefelsäure

oder $KO + NO_5) + 2\,(SO_3 + HO) = (KO + 2\,SO_3) + (NO_5 + HO)$.

Weßhalb hier nun zur Zersetzung von 1 Mischungs-Gewicht Salpeter, 2 Mischungs-Gewichte Schwefelsäure angewendet werden, da doch 1 Mischungs-Gewicht der letzteren schon hinreichend sein

müßte, erklärte Wilhelm so: die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kali ist nicht viel bedeutender, als die der Salpetersäure, es wird deßhalb bei gleichen Mischungs-Gewichten Salpeter und Schwefelsäure nicht alle Salpetersäure ausgetrieben, ohne daß bei der nothwendigen hohen Temperatur ein Theil derselben zersetzt würde, sondern nur etwa die Hälfte; um nun noch die andere Hälfte in gelinderer Temperatur auszutreiben, setzt man sogleich 2 Mischungsgewichte Schwefelsäure hinzu, um so theils die Arbeit zu verkürzen, theils die Operation zu vereinfachen.

Hier tritt nun Salpetersäure auf; aber wie hat sie sich im Salpeter gebildet? Dieses zu erklären, bezweckte Wilhelm durch Folgendes:

Der Stickstoff verbindet sich nämlich, wie schon oben gesagt, nur in der größten Hitze mit Sauerstoff, wenn zu gleicher Zeit Wasser vorhanden ist. Eine solche Bildung ist bei Gewittern wahrzunehmen; schlägt der Blitz durch die Luft, so findet er zugleich Wasserdunst vor, und die Bedingung zur Bildung der Salpetersäure ist gegeben. Auch wenn man den elektrischen Funken, welches ein Blitz im kleineren Maßstab ist, durch ein feuchtes Gemenge von Stickstoffgas und Sauerstoffgas sehr oft schlagen läßt, bildet sich Salpetersäure, aber die Menge desselben ist nur sehr gering.

Auf eine andere Weise jedoch bilden sich, wenn auch nur langsam, sehr große Mengen von Salpetersäure und diese ist der Weg, welcher zur Gewinnung der so vielfältig in Anwendung kommenden Salpetersäure und salpetersauren Salzen führt.

Im Prozesse der Fäulniß wird nämlich Stickstoff frei; sind aber zugleich Substanzen vorhanden, welche basischer Natur sind, so nimmt der Stickstoff im Moment seines Freiwerdens Sauerstoff auf und verwandelt sich in Salpetersäure, welche sich mit der vorhandenen Basis verbindet. In den sogenannten Salpeterplantagen wird diese Bildung kunstmäßig eingeleitet. Man mengt nämlich in diesen gute Dammerde mit Mist, stickstoffhaltigen Pflanzensubstanzen u. s. w., kohlensaurem Kalk (Bauschutt oder ausgelaugte Holzasche) und anderen Abfällen zusammen, und baut davon 5 bis 8 Fuß hohe, 4 bis 5 Fuß breite und 10 bis 12 Fuß lange, abgestutzte pyramidale Haufen, welche öfters mit Mistjauche oder Abfallwasser besprengt werden; in Verlauf von 3 bis 4 Monaten findet man bis 3 Zoll tief Salpeterkrystalle; dieser Theil der Hausen wird abgekratzt, und an bedeckten luftigen Orten noch öfters mit Wasser bespritzt, wobei sich noch eine größere Menge Salpeter bildet; die abgekratzten Hausen werden wieder mit Abfallwasser bespritzt, bis sich wieder eine hinreichende Menge Salpeter gebildet hat u. s. f. Die abgekratzte Erde wird zuletzt in hölzerne Bottiche gegeben, deren Boden durchbohrt und mit Stroh, Rohr u. dergl. bedeckt ist, darin festgestampft und mit warmem Wasser übergossen. Nach einiger Zeit läuft in das untergestellte Gefäß eine braune Flüssigkeit, welche die salpetersauren Salze von Kali, Kalk und Magnesia, die entsprechenden Chlorverbindungen und vegetabilische und animalische Substanzen, von welchem die braune Farbe herrührt, aufgelös't enthält. Um die Kalk- und Magnesiasalze zu entfernen,

wird die eingedampfte Flüssigkeit noch heiß mit einer Auflösung von Potasche, welche aus Kali und Kohlensäure der Hauptsache nach besteht, vermischt. Die Kohlensäure verbindet sich nämlich mit dem Kalk und der Magnesia zu in Wasser unlöslichen Verbindungen und die freigewordene Salpetersäure mit dem Kali. In der Flüssigkeit ist dann nur noch salpetersaures Kali, Chlorkalium und Chlornatrium, nebst den färbenden Substanzen enthalten. Die Flüssigkeit wird, um den größten Theil der fremden Salze zu entfernen, bis zu einem specifischen Gewicht von 1,4 verdampft, noch heiß in Bottiche gegossen, und hierin langsam bis zu 50° C abgekühlt; bei dieser Temperatur scheiden sich die fremden Salze meist aus, worauf die Flüssigkeit in andere Gefäße übergeführt und der völligen Abkühlung überlassen wird, wobei sich gelbe Krystalle von Salpeter ausscheiden. Um diese vollkommen zu reinigen, werden sie in der hierzu hinreichenden Menge kochenden Wassers gelös't, von dem dabei sich abscheidenden Chlorkalium oder Chlornatrium getrennt, die Flüssigkeit öfters abgeschäumt und mit Leimlösung vermischt, bis sich kein Schaum mehr bildet. Die helle Flüssigkeit wird dann in flache Krystallisirgefäße gegossen und bis zum Erkalten fortwährend umgerührt, wobei die sich bildenden kleinen Krystalle mittels einer Harke an den Rand herausgezogen werden, damit die Flüssigkeit ablaufen kann. Diese Krystalle werden in Gefäße gebracht, die unten eine durch einen Kork verschlossene Oeffnung haben, mit einer Auflösung von reinem Salpeter übergossen, und 2—3 Stunden damit in Berührung gelassen; hierauf wird der

Kork weggenommen, wodurch die Flüssigkeit abläuft und dann der Rückstand nochmals mit einer Auflösung von reinem Salpeter übergossen; zum dritten Mal wird reines Wasser zum Abwaschen der Krystalle angewendet. Durch dieses Verfahren bezweckt man, die fremden Beimengungen zu entfernen, da eine concentrirte Salpeterlösung bloß auf diese lösend wirkt und einen Theil ihres Salpeters in den Krystallen zurückläßt. Der so gereinigte Salpeter wird entweder gleich in erhitzten Kesseln getrocknet oder durch Auflösen in heißem Wasser und Erkalten in größere Krystalle verwandelt. Die bei der Reinigung abfallenden Flüssigkeiten werden wie eine Auflösung des rohen Salpeters wieder auf Salpeter benutzt.

Dieses ist der Gang, der im Allgemeinen bei der Bildung der Salpetersäure und der Reinigung des Salpeters benutzt und auch auf andere salpeterhaltige Substanzen angewendet werden kann: denn auch ohne direkte Mithilfe des menschlichen Erfindungsgeistes bildet sich dieses Salz in altem Schutt oder in der Erde von Pferdeställen, welche dann auch auf Salpeter benutzt werden.

Aber auch die Natur bietet große Niederlagen von Salpetersalzen dar; so findet sich der Salpeter an mehreren Orten in Ungarn, Spanien, Ostindien und in den Salpeterhöhlen von Ceylon, wo er jedenfalls durch dieselben Bedingungen entstanden ist, wie sie auf dem Wege der Kunst dargeboten werden. Auch dieser natürliche Salpeter kann im Allgemeinen nach der oben angegebenen Weise gereinigt werden. Die größte Menge von Salpetersäure, aber an Natron gebunden, findet sich in Peru, in dem Distrikt Atacama,

wo dieses Salz ein 30 Meilen langes, abwechselnd mächtiges Lager bildet.

Im Großen wird die Salpetersäure in eignen Fabriken entweder aus Salpeter oder gereinigtem salpetersauren Natron dargestellt; zu welchem Zweck entweder 30 Pfund Salpeter mit 29 Pfund Schwefelsäure oder 43 Pfund trocknes salpetersaures Natron mit 25 Pfund Schwefelsäure vermischt, in einer gläsernen Retorte oder einem eisernen Cylinder (deren mehrere neben einander in den sogenannten Galeerenöfen aufgestellt sind, damit sie durch eine Feuerung erhitzt werden) der Erhitzung ausgesetzt und das Destillat in kühl gehaltenen Vorlagen, die 10 bis 12 Pfund Wasser enthalten, aufgesammelt wird. Je nach seiner Verdünnung mit Wasser und wegen seiner Benutzung zur Scheidung des Goldes vom Silber wird sie auch Doppelt- oder Einfach-Scheidewasser genannt und unter diesem Namen in Handel gebracht. Sie ist aber niemals ganz rein, sondern enthält immer geringe Mengen von Schwefelsäure oder Salzsäure. Will man ein ganz reines Produkt haben, so muß man entweder die Säure selbst aus reinen Materialien verfertigen oder die im Handel vorkommende mit etwas Bleioxyd vermischen, wodurch die Salzsäure und Schwefelsäure gebunden werden, und die hellgewordene Flüssigkeit nochmals abdestilliren.

Die wasserfreie Salpetersäure besteht aus 14 Theilen Stickstoff und 40 Theilen Sauerstoff, also aus 1 Mischungs-Gewicht des ersteren und 5 Mischungs-Gewichte des letzteren und wird durch NO_5 ausgedrückt. Sie zerfällt aber so leicht in ihre Bestandtheile, daß

sie im wasserfreien Zustand gar nicht bestehen kann, sondern immer mit Wasser vermischt oder an eine Basis gebunden sein muß. Treten die oben genannten Verhältnisse von Stickstoff und Sauerstoff zusammen, so müssen wenigstens, damit sie sich nicht wieder scheiden, 9 Theile Wasser vorhanden sein, was wiederum 1 Mischungs-Gewicht des letzteren ausdrückt und daher die concentrirteste Salpetersäure durch $NO_5 + HO$ ausgedrückt werden kann, wo das Wasser die Stelle einer Basis vertritt; in diesem Zustand hat sie ein specifisches Gewicht von 1,54. Wird sie dem Licht ausgesetzt, so zerfällt sie theilweise, indem ein Theil der Salpetersäure ⅖ des Sauerstoffes entläßt und sich in eine neue saure Substanz von rothgelber Farbe verwandelt, welche sich in der unzersetzten Salpetersäure, die nun auch eine größere Menge Wasser enthält, auflös't. Durch Verdünnung mit Wasser erhält man unter Wärmeentwickelung eine Säure, die nicht mehr vom Licht verändert wird.

Die große Menge Sauerstoff, welche die Salpetersäure enthält, ist aber nur so locker an den Stickstoff gebunden, daß selbst die mit Wasser verdünnte Salpetersäure von den meisten brennbaren Stoffen zersetzt wird. Die Metalle, mit Ausnahme des Goldes und Platins, mehrere nicht metallische Stoffe und die meisten organischen Verbindungen bewirken eine Zersetzung der Salpetersäure, indem sie einen Theil ihres Sauerstoffes aufnehmen und eine niedrigere Verbindung des Stickstoffes mit Sauerstoff in Freiheit setzen. Die nicht metallischen und metallischen Stoffe werden bei dieser Einwirkung

der Salpetersäure oxydirt; die organischen Verbindungen in ihren Bestandtheilen aber mannichfaltig umgeändert.

Wilhelm zeigte in nachfolgenden Experimenten eine Reihe solcher Erscheinungen. Er gab in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre ein Stück Schwefel, übergoß ihn mit Salpetersäure und erhitzte den Inhalt; bald entwickelten sich unter Aufbrausen rothe Dämpfe und nach und nach verschwand der Schwefel gänzlich. Um nun zu zeigen, daß in der Flüssigkeit keine Salpetersäure mehr enthalten sei, goß er einige Tropfen Salpetersäure in eine Auflösung von salpetersaurem Baryt, wobei sich keine Veränderung wahrnehmen ließ; als er aber etwas von der mit Schwefel behandelten Salpetersäure hinzugoß, bildete sich augenblicklich ein weißer Niederschlag. Die Ursache hiervon ist, daß der Schwefel durch die Zersetzung der Salpetersäure in Schwefelsäure verwandelt wurde, diese neue Säure eine größere Verwandtschaft zum Baryt als die Salpetersäure hat und das neu gebildete Salz, da es in Wasser und Säuren unauflöslich ist, abgeschieden wird.

In ein Gefäß, in welchem sich Salpetersäure befand, gab Wilhelm in kleinen Portionen geraspeltes Zinn; dieses wurde unter Aufbrausen der Flüssigkeit und Entwickelung rother Dämpfe gelös't; als sich nichts mehr lös'te, goß er die Flüssigkeit in ein anderes Gefäß und setzte zu derselben etwas Kalilauge, wodurch sich ein gelblich-weißer Niederschlag absonderte. Dieser Niederschlag ist Zinnoxyd, welcher sich bei der Einwirkung der Salpetersäure gebildet und in einem anderen Theil von unzersetzter Salpetersäure

gelöſt hat, durch die mächtigere Baſis der Kalilauge aber wieder abgeſchieden worden iſt. Wilhelm änderte nun ſein Verfahren bei der gegenſeitigen Einwirkung von Salpeterſäure und Zinn um; er goß nämlich auf geraſpeltes Zinn nach und nach Salpeterſäure, hierbei zeigte ſich aber ein anderer Erfolg, das Zinn verwandelte ſich nämlich in eine gelblich-weiße pulverige Subſtanz, welche ſich aber nicht in Salpeterſäure löſ'te, obgleich es dieſelbe Verbindung des Zinnes mit Sauerſtoff iſt, welche ſich durch Zuſatz von Kali aus der ſalpeterſauren Auflöſung abſchied; die Urſache hievon iſt, daß ſich nämlich das Zinnoxyd nur im Moment ſeiner Bildung in Salpeterſäure löſ't; in letzterem Verſuch wird aber die Salpeterſäure ſogleich gänzlich zerſetzt und Zinnoxyd gebildet, während in erſterem das ſich bildende Zinnoxyd freie Salpeterſäure vorfindet.

In einem anderen Gefäß erhitzte Wilhelm ſchwarzes Schwefelblei mit Salpeterſäure, wodurch ſich erſteres unter denſelben Erſcheinungen in eine weiße pulverige Subſtanz verwandelte, welche ſich nicht im geringſten in zugeſetztem Waſſer löſ'te. Es bildet ſich nämlich hierbei unter Zerſetzung der Salpeterſäure Bleioxyd und Schwefelſäure, welche ſich im Moment ihrer Bildung zu ſchwefelſaurem Bleioxyd verbinden. Daß dieſes in Waſſer unlöslich iſt, zeigte Wilhelm noch dadurch, indem er Bleiglätte in Salpeterſäure löſ'te und zu der Auflöſung einige Tropfen der Flüſſigkeit ſetzte, welche er durch Behandlung des Schwefels mit Salpeterſäure erhalten hatte; augenblicklich bildete ſich ein ganz gleicher weißer Niederſchlag.

Wilhelms Freunde fragten diesen, warum die Lösung der Bleiglätte in Salpetersäure nicht mit denselben Erscheinungen begleitet sei, als die des Zinns oder des Schwefelbleis, worüber ihnen dieser folgende Belehrung gab: die Bleiglätte wird erhalten, wenn Blei längere Zeit an der Luft erhitzt wird, wobei es eine Quantität Sauerstoff aufnimmt; es ist also ein Oxyd und bedarf, um sich mit einer Säure zu verbinden, keines Sauerstoffes weiter; deßhalb wird es von der Salpetersäure ohne weitere Zersetzung der letzteren gelös't. Es ist daher von großem Vortheil, bei der Bereitung von salpetersauren Salzen da, wo es angeht, keine reine Metalle, sondern die Oxyde derselben anzuwenden, wenn diese auf irgend eine Weise billiger dargestellt werden können, als der Preis der durch die Lösung der reinen Metalle zersetzten Salpetersäure ist. Ein Beispiel dieser Art bietet sogleich das Blei dar. Soll dieses aus dem metallischen Zustand sogleich in salpetersaures Bleioxyd verwandelt werden, so bedürfen 3 Mischungs-Gewichte oder 312 Theile Blei 4 Mischungs-Gewichte oder 216 Theile wasserfreie Salpetersäure, denn 1 Mischungs-Gewicht Salpetersäure wird so zersetzt, daß 3 Mischungs-Gewichte oder 24 Theile Sauerstoff derselben zur Oxydation des Bleis erforderlich sind (und eine Verbindung von 1 Mischungs-Gewicht Stickstoff und 2 Mischungs-Gewichte entweicht) und das Blei sich erst in diesem Zustand mit den drei anderen Mischungsgewichten Salpetersäure verbindet. Wird aber die oben angegebene Gewichtsmenge erst durch Erhitzen an der Luft oxydirt, so sind zu seiner Lösung nur 3 Mischungs-Gewichte oder 162 Theile

wasserfreie Salpetersäure erforderlich und so ist der größere Aufwand von Salpetersäure vermieden worden.

Organische Substanzen werden ebenfalls sehr leicht von der Salpetersäure verändert, und bei einigen derselben ist die gegenseitige Einwirkung so stark, daß sie sich entzünden.

Wilhelm gab in ein flaches Gefäß etwas Indigo, welcher fein zerrieben war, und übergoß ihn mit Salpetersäure, wodurch dieser sogleich gelb gefärbt wurde. Diese Eigenschaft der Salpetersäure, den Indigo so rasch in seiner Farbe umzuändern, ist ein sehr gutes Prüfungsmittel für seine Reinheit, denn der Indigo ist ein sehr theurer Farbstoff und wird deßhalb sehr oft von Händlern mit anderen blauen Farbsubstanzen, mit Berlinerblau oder Smalte vermischt. Diese Beimengungen lassen sich aber durch die Salpetersäure sehr leicht erkennen, indem die Smalte dadurch gar nicht entfärbt wird, das Berlinerblau sich aber erst nach längerer Zeit in eine weiße Substanz verändert. Die mit Indigo gefärbten Tücher werden auch durch Salpetersäure gelb gefärbt; da die neue Farbe bloß durch die gänzliche Umänderung des Indigos bedingt worden ist, so kann sie durch Alkalien nicht wieder in Blau umgeändert werden. Hat man daher blaue Kleidungsstücke mit Salpetersäure befleckt, so müssen diese augenblicklich mit Wasser und Alkalien ausgewaschen werden; versäumt man dieses, so behält man ein fleckiges Kleidungsstück.

Auch die meisten thierischen Substanzen werden durch die Salpetersäure gelb gefärbt und man benutzt diese Eigenschaft, um Horn, Federn, Seide u. s. w. gelb zu färben. Die Farbe wird

noch erhöht, wenn diese Substanzen hierauf in Ammoniak getaucht werden, wodurch sie keine Veränderung erleiden.

Noch zeigte Wilhelm seinen Freunden die Wirkung der concentrirten Salpetersäure auf Terpentinöl; er goß nämlich in ein Becherglas, in welchem sich die Salpetersäure befand, etwas Terpentinöl (das in einem an einem langen Stock befestigten Glas befindlich war) und sogleich brach der Inhalt des Glases in Flamme aus.

In vielen Fällen noch energischer wirkt die an Basen gebundene Salpetersäure auf die brennbaren Substanzen; die dabei stattfindenden Erscheinungen sollen beim Salpeter angegeben werden.

Die Salpetersäuredämpfe werden als Luftreinigungsmittel angewendet; sie zerstören die Miasmen und wirken, wenn sie nicht in zu großer Menge vorhanden sind, auf die Respiration nicht nachtheilig. Solche Räucherungen werden auf die Weise vorgenommen, daß man in einem flachen Schälchen 1 Loth Salpeter mit 2 Loth Schwefelsäure übergießt und die Zersetzung von selbst eintreten läßt. Bei der Vornahme solcher Räucherungen dürfen keine metallenen Gegenstände in den Raum gelassen werden, da diese durch die Salpetersäure unscheinbar werden würden.

Aus der Salpetersäure kann man alle die übrigen Verbindungen des Stickstoffes mit Sauerstoff darstellen. Bloß der Erscheinungen wegen zeigte Wilhelm seinen Freunden die Zersetzungen der Salpetersäure in folgender Reihe.

Er gab in eine kleine Retorte etwas Kupferfeile, füllte dann die Retorte gänzlich mit Salpetersäure an, und brachte den Hals

der Retorte unter eine mit Wasser gefüllte Flasche. Sehr bald entwickelten sich Luftblasen und die gegenseitige Einwirkung von Kupfer und Salpetersäure ward hierauf so energisch, daß ein großer Theil der Flüssigkeit mit übergetrieben wurde; die dabei auftretende Luft war in drei Gläsern aufgesammelt worden. Sie ist eine Verbindung von 14 Theilen Stickstoff und 16 Theilen Sauerstoff, farblos, unterhält das Verbrennen mehrerer Körper, wie Wilhelm zeigte, indem er in das eine Glas eine glühende Kohle brachte, welche ziemlich lebhaft verbrannte. Es wird dieses Gas Stickstoffoxydgas oder Salpetergas genannt, welches die Eigenschaft hat, schon bei gewöhnlicher Temperatur noch 1 Mischungsgewicht Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft aufzunehmen. Wilhelm brachte mittels einer gebogenen Röhre einige Luftblasen in das andere mit Salpetergas gefüllte Glas; augenblicklich bildeten sich rothe Dämpfe, welche bald verschwanden, wobei der Raum des Gases vermindert wurde. Noch lange konnte Wilhelm Luft in das Glas bringen, und immer zeigten sich rothe Dämpfe und Verminderung des Luftraumes. Die rothe gasförmige Substanz heißt salpetrige Säure, weil sie sich mit Basen verbinden kann, und lös't sich unter Zersetzung in Wasser, weßhalb der Raum des Gases vermindert wird. Sie ist es, welche die rothe Dämpfe bei der Einwirkung der Salpetersäure auf brennbare Substanzen bei der Gegenwart von atmosphärischer Luft bildet; denn in diesen Prozessen wird immer nur zuerst Salpetergas, und aus diesem durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft salpetrige Säure gebildet. Diese

Säure ist von größter Wichtigkeit bei der Bildung von Schwefelsäure aus schwefeliger Säure, wovon ein Weiteres bei der Schwefelsäure selbst angegeben werden wird. Sie ist ferner die Ursache der gelben und rothen Färbung derjenigen Salpetersäure, welche aus Salpeter durch eine nicht hinreichende Menge Schwefelsäure ausgeschieden wird, und in dieser Säure in großer Menge enthalten. Wird eine solche Säure mit Wasser vermischt, so wird sie erst blau, dann grün und zuletzt farblos.

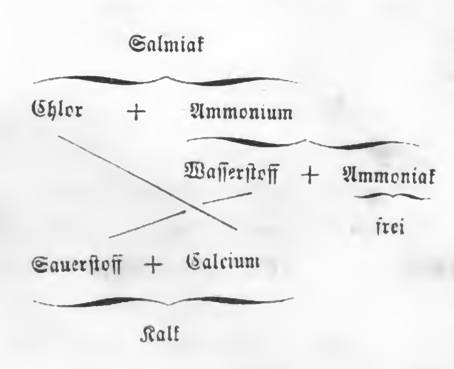
In das dritte Glas, welches Salpetergas enthält, brachte Wilhelm die Auflösung eines schwefeligsauren Salzes, und schüttelte das verschlossene Glas recht um; nach einiger Zeit brachte er wieder einige Luftblasen hinzu, aber es bildeten sich keine rothen Dämpfe, wie zuvor. Die Ursache hievon ist, daß das schwefeligsaure Salz dem Salpetergas noch 1 Mischungs-Gewicht Sauerstoff entzogen hat, und nun eine Verbindung von 14 Theilen Stickstoff und 8 Theilen Sauerstoff zurückgeblieben ist, welche sich gegen die atmosphärische Luft indifferent verhält. Diese Verbindung heißt Stickstoffoxydulgas oder Lustgas; letzteren Namen hat sie daher, daß sie in größeren Mengen eingeathmet einen angenehmen Rausch erregt und von den Engländern vor mehreren Jahren zu diesem Zweck im Großen bereitet und verkauft worden ist. Die hier angegebene Methode ist nicht zweckmäßig; beim Ammoniaksalpeter wird ein Verfahren angegeben, wie es wohlfeiler und in größeren Mengen dargestellt werden kann. Die Erkennung der Salpetersäure wird beim Salpeter angegeben.

Ammoniak.

In eine Retorte gab Wilhelm ein Gemische von gleichen Theilen gepulvertem Salmiak und gebranntem Kalk, setzte an den Hals der Retorte eine etwas nach oben gebogene Gasleitungsröhre, und erhitzte nun die Retorte mittels der Flamme einer Spirituslampe. Nach kurzer Zeit brachte er die Oeffnung der Gasleitungsröhre in die Oeffnung einer mit Quecksilber gefüllten Röhre, und ließ diese mit der in diesem Prozeß auftretenden Luft anfüllen. Hierauf setzte er eine nach unten gebogene Gasleitungsröhre an den Hals der Retorte und ließ diese in eine mit Wasser gefüllte Flasche münden, während er die Erhitzung fortsetzte. Die sich entwickelnde Luft ging aber nicht, wie es beim Quecksilber geschehen war, durch das Wasser, sondern verschwand sogleich an der Oeffnung der Gasleitungsröhre, wobei sich ein klapperndes Geräusch vernehmen ließ. Als sich keine Luft mehr entwickelte, nahm Wilhelm die Röhre schnell aus dem Wasser und überließ nun letzteres seinen Freunden, damit sie den Geruch und Geschmack des Wassers untersuchen sollten. Diese fanden, daß das Wasser einen äußerst stechenden und durchdringenden Geruch und einen scharfen laugenhaften Geschmack habe, und ersuchten Wilhelm, ihnen doch Erklärung hierüber zu geben. Der Salmiak, erwiederte er, besteht aus einem Metall[1] und Chlor.

[1] Vorläufig für den Sachverständigen, daß die weitere Definition über Ammonium unten bei der Bildung der Ammoniaksalze angegeben wird.

Das Metall ist aber nicht einfach, sondern besteht aus 1 Mischungsgewicht Stickstoff und 4 Mischungsgewichten Wasserstoff, und kann angesehen werden als eine Verbindung von 1 Mischungsgewicht Stickstoff und 3 Mischungsgewichten Wasserstoff (Ammoniak), welche zu ihrer Umwandlung in Metall noch 1 Mischungsgewicht Wasserstoff aufgenommen hat; der Kalk besteht aus Calcium und Sauerstoff. Wirken beide Substanzen auf einander, so findet schon bei gewöhnlicher Temperatur ein gegenseitiger Austausch der Bestandtheile statt, der in der Wärme nur beschleunigt wird. Das Chlor des Salmiaks tritt an das Calcium und bildet Chlorcalcium, der freigewordene Sauerstoff des Kalks entzieht dem Ammonium ein Mischungsgewicht Wasserstoff und bildet Wasser, und das Ammoniak entweicht als eine gasförmige Substanz. Der Prozeß kann durch folgendes Schema ausgedrückt werden:



oder $H^4NCl + CaO = CaCl + HO + H_3N$. Das Ammoniakgas hat einen sehr stechenden Geruch und theilt diesen bei seiner Lösung dem Wasser mit.

Auch hier ist das Ammoniak, wie früher die Salpetersäure, aus einer seiner Verbindungen abgeschieden worden; seine Bildung aber ist auf folgende Weisen zu bewirken.

Es bildet sich neben Salpetersäure, wenn der Blitz oder elektrische Funken durch ein feuchtes Gemische von Stickstoffgas und Sauerstoffgas schlägt, aber nur in sehr geringer Menge. In der größten Menge bildet es sich bei der Fäulniß oder bei der trocknen Destillation stickstoffhaltiger organischer Substanzen und diese Prozesse werden im Großen eingeleitet, theils um bloß Ammoniak zu gewinnen, theils um es als Nebenprodukt zu benutzen.

Der Prozeß, wobei das Ammoniak bloß berücksichtigt und gewonnen wird, ist der Prozeß der Fäulniß. Man läßt zu diesem Zweck gewöhnlich Harn in großen Fässern in die Fäulniß übergehen, wobei sich seine organischen Bestandtheile durch die Gegenwart des Wassers größtentheils in kohlensaures Ammoniak umändern. In diesem rohen Zustand wird das Ammoniak schon zu vielen Zwecken benutzt, wie z. B. zum Waschen der Wolle, des Tuches, zum Alaunsieden u. s. w. Seine weitere Reinigung und Umwandlung in andere Ammoniaksalze geschieht auf folgende Weise. Der gefaulte Harn wird fürerst in Wärmpfannen, dann in eine großartige Destillationsanstalt gebracht und hierin ²/₃ von dem Raum

der Flüssigkeit abdestillirt. Das Destillat wird in große Fässer gebracht, unter fortwährendem Umrühren mit 10% Gyps vermischt und so lange in Bewegung erhalten, bis eine kleine Probe der hellen Flüssigkeit bei der Vermischung mit einer Säure nicht mehr aufbraus't. Durch die Vermischung mit Gyps, welcher aus Schwefelsäure und Kalk besteht, wird das in dem Destillat enthaltene kohlensaure Ammoniak zerlegt; es bildet sich kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Ammoniak. Die geklärte Flüssigkeit und das Waschwasser des kohlensauren Kalkes werden in bleiernen Pfannen bis zu einem spezifischen Gewicht von 1,13 abgedampft, und dann mit einer hinreichenden Quantität Kochsalz (Chlornatrium) vermischt, wodurch wieder ein Austausch der Bestandtheile eingeleitet wird. Es bildet sich Salmiak (Chlorammonium) und schwefelsaures Natron (Glaubersalz), welches letztere beim Erkalten der Auflösung auskrystallisirt; durch weiteres Verdampfen werden die letzten Antheile des Glaubersalzes entfernt, bis sich an der Oberfläche der Flüssigkeit eine Krystallhaut von Salmiak bildet, worauf die Flüssigkeit in hölzernen Pfannen, die mit Blei ausgefüttert sind, gebracht und der Krystallisation überlassen wird. Die Krystalle werden auf Tücher, die in Rahmen eingespannt sind, gebracht, damit die Mutterlauge ablaufen kann, dann gedörrt und hierauf in thönernen Kesseln, welche mit einem gußeisernen Helm versehen sind, zur vollständigen Reinigung vom Glaubersalz der Sublimation unterworfen, wobei sich der Salmiak verflüchtigt, an dem Helm wieder verdichtet und große Kuchen darstellt, welche von dem anhangenden

Eisentheilen durch Abhobeln befreit, und dann in den Handel gebracht werden.

In dem Prozeß, den stickstoffhaltigen Substanzen bei der trocknen Destillation unterworfen werden, bildet sich ebenfalls eine große Menge Ammoniak. Er wird gewöhnlich vorgenommen, um andere Substanzen, wie Thierkohle, Blutlaugensalz, Theer, Leuchtgas u. s. w. zu gewinnen, und die Darstellung der Ammoniaksalze als Nebenzweig betrachtet. Werden thierische Substanzen in eisernen Cylindern verkohlt, so bilden sich verschiedene Gasarten, Theer, wässerige Flüssigkeit und theilweise festes kohlensaures Ammoniak. Diese Produkte werden zur Verdichtung durch 6 bis 8 in Verbindung stehende Tonnen geleitet und den nicht condensirbaren Gasarten in der letzten Tonne ein Ausweg gestattet. Ist die Verkohlung beendigt, so wird der Deckel des Cylinders herausgenommen und die glühenden Kohlen in ein verschließbares Gefäß geschüttet, der Cylinder sogleich wieder mit frischen Substanzen gefüllt u. s. w. Wenn die Tonnen ziemlich angefüllt sind, wird die in ihnen enthaltene Flüssigkeit in ein großes Gefäß abgelassen, das vorhandene feste kohlensaure Ammoniak herausgenommen und zu der wässerigen Flüssigkeit gegeben. Die Flüssigkeit wird durch Abschöpfen mittels eines Löffels von dem Oel befreit, und hierauf zur Zersetzung der in ihr enthaltenen Ammoniaksalze mit Salzsäure vermischt; das beim Sättigen und Abdampfen sich abscheidende Oel wird abgenommen, und die concentrirte Auflösung der Krystallisation überlassen. Die Salmiakkrystalle werden in einer Dörrstube

so weit erhitzt, daß theils das noch vorhandene Oel verflüchtigt, theils zersetzt wird, hierauf in Wasser gelös't, zur vollkommnern Entfärbung mit thierischer Kohle gekocht, filtrirt, zur Krystallisation und dann entweder als Krystalle in Handel gebracht oder zuvor der Sublimation unterworfen.

Auch bei der trocknen Destillation der Steinkohlen, die zu verschiedenen Zwecken vorgenommen wird, bilden sich Ammoniaksalze, welche auf dieselbe Weise auf Salmiak benutzt werden.

Wilhelm wollte nun seinen Freunden in einem kleinen Versuch die Bildung des Ammoniaks und der andern Produkte zeigen, und leitete deßhalb folgenden Prozeß ein. In eine kleine Retorte gab er etwas geraspeltes Hirschhorn, verband den Hals der Retorte luftdicht mit einer Vorlage, welche in ihrer Tubulatur mit einer luftdicht eingesetzten S gebogenen Gasleitungsröhre versehen war, und erhitzte den Inhalt der Retorte mit der Flamme einer starken Spirituslampe. Bald entwickelten sich dicke bräunliche Nebel, welche sich zum Theil in der mit Wasser kühl gehaltenen Vorlage verdichteten, theils aber durch die Gasleitungsröhre entwichen, und unter einer mit Wasser gefüllten und mit einem Hahn versehenen großen Glocke aufgesammelt wurden. Als der Prozeß beendigt war, konnte Wilhelm seinen Freunden alle Produkte der trocknen Destillation zeigen, nämlich in der Retorte war Kohle, in der Vorlage an dem oberen Theil derselben eine feste bräunlichweiße Substanz, am Boden wässerige Flüssigkeit, welche mit einer schwarzbraunen öligen Substanz bedeckt war, und in der Glocke hatte

sich eine große Menge Luft angesammelt. Das Vorhandensein des Ammoniaks in der wässrigen Flüssigkeit zeigte er dadurch, daß nicht nur ein Stück geröthetes Lakmuspapier darin blau gefärbt wurde, sondern auch beim Zusammenmischen mit gelöschtem Kalk sich der bekannte Geruch des reinen Ammoniaks einstellte.

Wilhelm hatte nun nicht allein in seinem Versuch die Bildung des Ammoniaks gezeigt, sondern auch im Vorhergehenden die Gewinnung seiner Verbindung mit Salzsäure beschrieben und er konnte nun auch die Beschreibung der Eigenschaften des Ammoniakwassers, welches häufig angewendet wird, übergehen.

Das Ammoniak ist gasförmig und löst sich in so großer Menge in Wasser, daß 3 Gewichtstheile eiskaltes Wasser 2 Gewichtstheile Ammoniakgas aufnehmen. Es löst sich so schnell in Wasser, daß letzteres in Räume, welche Ammoniakgas enthalten, so schnell eindringt, als wenn diese luftleer wären, wie Wilhelm auch durch den Versuch zeigte. Er brachte über Quecksilber aufgesammeltes Ammoniakgas, indem er die Röhre noch unter dem Quecksilber mit dem Finger verschloß, in Wasser und zog nun den Finger weg; in diesem Augenblick sprang das Wasser bis an die Decke der Röhre und blieb in dieser Höhe stehen; als er es seinen Freunden überließ, fanden diese, daß es den bekannten Geruch nur in schwächerem Maß hatte. Das Ammoniakgas wird aber nicht sehr fest von dem Wasser gebunden; denn wenn das Ammoniakwasser der Luft ausgesetzt wird, so entläßt es nach und nach das Ammoniak gänzlich; noch schneller findet dieses aber statt,

wenn es in der Nähe einer flüchtigen Säure steht, von welcher es angezogen wird. Diese Eigenschaft läßt sich sogar durch die Augen wahrnehmen, wie Wilhelm in folgenden Versuch zeigte. Er gab in eine flache Schaale etwas von der früher beschriebenen Salpetersäure und brachte hierüber eine Schaale, welche von dem Ammoniakwasser enthielt; so wie beide Schaalen nur genähert wurden, bildeten sich weiße Dämpfe, während zuvor keine der Flüssigkeiten dampfte. Wilhelm bedeckte nun beide Schaalen mit einer Glocke und sagte seinen Freunden, daß im Verlauf von 1 — 2 Tagen das Ammoniak gänzlich aus dem Wasser verschwinden, das Wasser seinen Geruch und Geschmack verlieren und dagegen einen schwach salzigen Geschmack erhalten werde, in der Schaale aber, in welcher sich die Salpetersäure befindet, Krystalle enthalten sein würden. Dieses Verhalten des Ammoniaks, in der Nähe von Säuren weiße Dämpfe zu verbreiten, ist ein Erkennungsmittel desselben und man kann auf diese Weise an Orten, wo sich faulende Substanzen befinden, wie z. B. in Viehställen, Abtritten u. s. w., nachweisen, daß Ammoniak vorhanden ist. Da nun das Ammoniak in der Nähe von Säuren seinen Geruch verliert, so ist dadurch das Mittel dargeboten, solche Orte, wo dieser Geruch zuwider ist, davon zu befreien. Es ist bloß nothwendig, an solchen Orten, in einem oder mehreren flachen Gefäßen irgend eine flüchtige Säure, wie z. B. Salzsäure, welche die wohlfeilste ist, aufzustellen und diese, wenn sie keine Dienste mehr leistet, zu erneuern. Aber auch umgekehrt dient das Ammoniak dazu, saure Dämpfe aus der Luft

anzuziehen und diese für Respiration unschädlich zu machen, wie z. B. Dämpfe von Blausäure am zweckmäßigsten durch Ammoniak entfernt werden.

Wird zu Salpetersäure nach und nach Ammoniakwasser gesetzt, so tritt endlich ein Punkt ein, wo man weder die Säure noch das Ammoniak erkennen kann; dampft man nun die Flüssigkeit vorsichtig ab, so erhält man aus der concentrirten Flüssigkeit Krystalle, die eben so geformt sind wie die, welche sich in dem vordem angegebenen Prozeß bilden werden. Da nun die Salpetersäure, wie schon angeführt, eine saure Substanz ist, so muß derjenige Körper, welcher sich mit ihr verbindet und ihre saure Natur versteckt, ohne daß dabei ein anderer Stoff ausgeschieden wird, von basischer Natur und das Produkt der Vereinigung beider ein Salz sein. Beides ist auch wirklich der Fall: denn gibt man zu dem neugebildeten Salz eine stärkere Säure, so wird die Salpetersäure wieder abgeschieden, und gibt man eine stärkere Basis hinzu, so wird das Ammoniak in Freiheit gesetzt, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man in dem einen Fall Schwefelsäure, in dem anderen Fall Kalk zusetzt.

Das Ammoniak ist aber nicht im wasserfreien Zustand als eine Basis zu betrachten, sondern erhält erst diese Natur bei Gegenwart von Wasser; wenn man die Salze untersucht, welche das Ammoniak mit Säuren bildet, so findet man immer, daß sie 1 Mischungsgewicht Wasser enthalten und ohne dieses nicht bestehen können. So ist das salpetersaure Ammoniak, dessen Bildung oben erwähnt ist,

zusammengesetzt aus gleichen Mischungsgewichten. Ammoniak, Salpetersäure und Wasser, oder in der Zeichensprache $= H_3 N + N O_5 + H O$; wird diese Verbindung erhizt, so gibt sie nicht 1 Mischungsgewicht, sondern 4 Mischungsgewichte Wasser und 2 Mischungsgewichte des oben erwähnten Luftgases, also ganz andere Produkte, als seine Bildungsbestandtheile sind. Da nun nach den allgemeinen Gesetzen der Verbindungsweise sich Sauerstoffsäuren nur mit Oxyden zu Salzen verbinden, und das Ammoniakgas keinen Sauerstoff enthält, so nimmt man an, daß sich das 1 Mischungsgewicht Wasser, welches in den Ammoniaksalzen enthalten ist, während des Salzbildungsprozesses mit dem Ammoniak verbindet und eine Verbindung darstellt, welche aus 4 Mischungsgewichten Wasserstoff, 1 Mischungsgewicht Stickstoff und 1 Mischungsgewicht Sauerstoff, $= H_4 N O$, besteht und als das Oxyd eines zusammengesetzten Radikals, $= H_4 N$, welches Ammonium genannt wird, zu betrachten ist. Diese Annahme findet ihrem Stützpunkt in Folgendem:

1) Es kann dieses Radikal in Verbindung mit Quecksilber wirklich dargestellt werden, und ist dann von metallischer Natur, und

2) ist in den salzartigen Verbindungen, welche das Ammoniak mit den Salzzeugern Chlor, Jod, Brom u. s. w. bildet, immer eine Zusammensetzung aufgefunden worden, welche den übrigen Verbindungen der Salzzeuger mit den metallischen Stoffen entspricht; nämlich sie bestehen aus 1 Mischungsgewicht Ammonium und 1 Mischungsgewicht Salzzeuger, die anderen Verbindungen aber

ebenfalls aus 1 Mischungsgewicht Metall und 1 Mischangsgewicht Salzzeuger.

Um dieses Ammonium in Verbindung mit Quecksilber darzustellen, bedurfte man früher immer der galvanischen Säure; jetzt bereitet man es aber auf dem Wege der einfachen Wahlverwandtschaft sehr leicht. Wilhelm stellte seinen Freunden dieses sehr interessante Experiment, in welchem sich zwei luftförmige Stoffe zu einem metallischen Körper vereinigen, an. Zuerst brachte er in eine enge Glasröhre einige Tropfen Quecksilber und ein eben so großes, wohlabgetrocknetes Stück eines Metalles, welches später unter den Namen Natrium angeführt werden wird, und erhitzte den Theil der Röhre, wo sie sich befanden, schwach mit einer Spirituslampe, wobei sie sich unter Feuererscheinung vereinigten. Nach dem Erkalten brachte er dieses Amalgam [1] auf eine Schaale, in welcher sich etwas einer concentrirten Auflösung von Salmiak befand. Das Metallkorn schwoll darin so auf, daß es sich um mehr als das 100fache seines Raumes vergrößerte; die Ursache dieser Erscheinung ist das Ammonium, welches durch das Natrium aus dem Salmiak abgeschieden und mit dem Quecksilber verbunden worden ist. Aber leider hält sich diese Verbindung nicht sehr lange, denn schon während seiner Bildung zerfällt es zum Theil wieder in Ammoniakgas und Wasserstoffgas und verschwindet endlich, unter Zurücklassung des in Anwendung gebrachten Quecksilbers, gänzlich.

[1] Amalgame werden die Verbindungen des Quecksilbers mit andern Metallen genannt.

Die basische Natur des im Wasser gelös'ten Ammoniaks, die geringe Menge, die im Verhältniß zu anderen Basen zur Sättigung der Säuren nothwendig ist, die Eigenschaft, auf die meisten organischen Substanzen nicht zersetzend zu wirken, wie es der Fall bei den anderen in Wasser löslichen Alkalien ist, und endlich, daß es sehr leicht aus seinen Verbindungen wieder abgeschieden und zur weiteren Benutzung gewonnen werden kann, macht es zu einem Gegenstand von großem technischen Interesse.

Das Ammoniak ist eine so starke Basis, daß es, mit Ausnahme der Oxyde des Kaliums, Natriums, Lithium, Calciums, Bariums und Strontiums, alle übrigen Oxyde aus ihren Auflösungen in Säuren niederschlägt, also eine stärkere Verwandtschaft zu den Säuren hat, als diese Verbindungen. Dieses Verhalten wird von dem analytischen Chemiker oft angewendet, um diese Oxyde von jenem abzuscheiden. Außerdem lös't das Ammoniak auch mehrere Oxyde, wenn dieselben im frischgefällten Zustand sind, und mehrere andere unorganische Verbindungen, was als ein sehr gutes Erkennungsmittel für viele Substanzen dient.

Wilhelm zeigte in einer Reihe von Versuchen das hauptsächlichste Verhalten des Ammoniaks zu den Salzen, Oxyden und anderen Substanzen.

Zu einer Auflösung des Kupfervitriols setzte er nach und nach Ammoniak, wodurch sich ein schön hellblauer Niederschlag bildete. Als er aber mehr zusetzte, verschwand dieser Niederschlag wieder und die Flüssigkeit wurde schön lasurblau. Die Eigenschaft des

Ammoniaks, das Kupferoxyd zu lösen und eine lasurblaue Flüssigkeit zu bilden, wird benutzt, um Kupfer in Substanzen aufzufinden, wo dasselbe schädlich sein kann. So ist z. B. im Branntwein gewöhnlich etwas eines Kupfersalzes aufgelöst, wenn dieser in unreinen kupfernen Gefäßen abgezogen worden ist. Ist auch die Menge des Kupfersalzes noch so gering, so bringt etwas Ammoniak die oben erwähnte Färbung hervor.

Zu einer Auflösung von Eisenvitriol gab Wilhelm ebenfalls Ammoniak; hier stellte sich ein grünlicher Niederschlag ein, der an der Luft braun wurde, sich aber nicht im geringsten in größeren Mengen von Ammoniak löste. Als sich aber der Niederschlag abgesetzt hatte, war die überstehende Flüssigkeit schwach blau gefärbt, was anzeigt, daß der Eisenvitriol etwas kupferhaltig sei.

Wilhelm brachte in drei verschiedene Gläser Auflösungen von salpetersaurem Bleioxyd, Silberoxyd und Quecksilberoxydul und gab in jede derselben etwas Salzsäure, wodurch weiße Niederschläge hervorgebracht wurden, die sich wenig von einander unterschieden. Um nun auf den Unterschied dieser drei Niederschläge aufmerksam zu machen, gab er zu jedem eine hinreichende Menge Ammoniak, wo sich ganz verschiedene Erfolge darstellten: der in der Bleiauflösung erhaltene Niederschlag veränderte sich nämlich fast gar nicht; nur wurde er ein wenig gelblich und voluminöser durch das Ammoniak, der in der Silberauflösung erhaltene Niederschlag verschwand gänzlich bei Zusatz von Ammoniak und der aus der Quecksilberauflösung wurde grauschwarz. Es ist also das Ammoniak wiederum

ein gutes Erkennungsmittel für diese Substanzen und noch für viele andere, die in den spätern Belehrungen angegeben werden sollen.

Aber nicht allein im Kleinen kann Ammoniak zur Erkennung und Abscheidung vieler Substanzen angewendet werden, sondern auch im Großen ist es vortheilhaft, bei der Darstellung der Oxyde, wie sie z. B. für Malerfarben bestimmt sind, sich des Ammoniaks statt eines anderen Fällungsmittels zu bedienen; die Vorzüge, die es vor anderen hat, sind:

1) daß eine viel geringere Menge wasserfreies Ammoniak zur Fällung nothwendig ist, als z. B. Natron oder Kali, denn das Mischungs-Gewicht des ersteren ist 17, das des Natrons 32 und das des Kali 48, welche Zahlen jedesmal ein Aequivalent bei der Zersetzung oder Verbindung sind;

2) daß das Auswaschen der Niederschläge, wenn diese bloß benutzt und geglüht werden sollen, in den meisten Fällen nicht so vollkommen zu sein braucht, als das der Niederschläge, welche durch andere Alkalien gebildet worden sind; denn das im getrockneten Niederschlag enthaltene Ammoniaksalz wird beim Glühen verflüchtigt, und

3) daß das Ammoniak aus den neu gebildeten Salzen leicht wieder abgeschieden wird, wenn die Flüssigkeit in einem Destillirgefäß mit gebranntem und gelöschtem Kalk vermengt erhitzt wird, wobei sich das Salz zersetzt und Ammoniak in Wasser gelös't überdestillirt.

Soll das Ammoniak zur Fällung solcher Substanzen benutzt werden, welche sich im Ueberschuß desselben wieder lösen, so darf zu 1 Mischungs-Gewicht des Salzes nicht mehr als ein Mischungs-Gewicht Ammoniak angewendet werden, was sehr leicht ermittelt wird, wenn man in die Auflösung des zu fällenden Salzes ein Stück geröthetes Lakmuspapier taucht; wird dieses nach dem Umrühren der Flüssigkeit blau, so muß mit dem Zusatz von Ammoniak unterbrochen werden.

Viele organische Substanzen verhalten sich, wenn sie auch nicht sauer reagiren, wie Säuren gegen Basen und lösen sich darin auf. Ammoniak, als basische Substanz, eignet sich am besten hiezu, wenn es bloß darauf ankommt, jene Substanzen aufzulösen, andere aber ungelös't zu lassen. Solche saure Substanzen sind z. B. der Schweiß der Schaafwolle, der Schweiß, welcher sich aus dem menschlichen Körper an die Kleidungsstücke legt und durch vorhandenen Staub Flecken bildet, und viele andere Unreinigkeiten; diese lösen sich zwar in allen Alkalien; aber wenn der Stoff, auf welchem der Schmutz befindlich ist, von thierischer Abstammung ist, wie z. B. Seide, Leder, Wolle, Horn u. s. w., so werden diese von den Alkalien ebenfalls gelös't; nur das Ammoniak macht hiervon eine Ausnahme; es lös't bloß die Unreinigkeiten und kann daher auch zur Reinigung solcher Substanzen verwendet werden. Es können daher Kleidungsstücke von Leder, Seide und Wolle sehr gut durch das Ammoniakwasser gereinigt werden, zu welchem Zweck es nicht sehr concentrirt angewendet wird, nämlich auf ohngefähr 1 Theil

Ammoniakflüssigkeit, wie man sie aus den Apotheken unter dem Namen Salmiakgeist erhält, 8 bis 10 Theile Wasser. Die so zu reinigenden Gegenstände bedürfen keines Reibens, was für manche nachtheilig sein könnte; verändern sie ihre Farbe, so kann diese durch Eintauchen in schwachen Essig wieder hergestellt werden. Mit einer solchen Flüssigkeit lassen sich auch Oelanstriche und Oelgemälde am zweckmäßigsten reinigen. Uebrigens wird diese Eigenschaft des Ammoniaks schon längst zum Entschweißen der Wolle benutzt, ohne daß man den Grund kannte; es wird nämlich zu obigem Zweck die Wolle mit gefaultem Harn, der, wie schon früher gesagt, ammoniakhaltig ist, behandelt.

Auch Flecken, die von Säuren veranlaßt worden sind, werden am zweckmäßigsten durch Ammoniak entfernt, nur bei alten, durch Salpetersäure veranlaßte Flecken, ist das Ammoniak, wie alle übrigen Vertilgungsmittel unnütz, weil der Farbstoff durch die Salpetersäure gänzlich umgeändert wird.

In einigen Fällen hat das Ammoniak die Eigenschaft, Pflanzenstoffe, die an und für sich farblos sind, zu bestimmen, Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen und in farbige Stoffe zu verwandeln. Solche umgeänderte Substanzen sind der Persio, welcher aus Lecanora tartarea, und der Lakmus, welcher aus Roccella tartarea gewonnen wird. Bei der Bereitung des letzteren wird bloß gefaulter Harn angewendet.

Das Ammoniak hat auch einen großen Einfluß auf den Ertrag des Ackerbodens, denn es verursacht die Löslichkeit eines seiner

Bestandtheile, der Humussäure, und die Umwandlung derselben bei Gegenwart von Kalk in Kohlensäure, wodurch die Vegetation ungemein erhöht wird. Es ist daher nothwendig, den Ackerboden mit ammoniakhaltigen Substanzen zu vermengen, und dieses geschieht theils durch das Düngen mit verfaulten Stoffen, theils durch Begießen mit Mistjauche, welche ebenfalls ammoniakhaltig ist und zugleich schon etwas Humussäure enthält.

Wilhelm hatte nun auf die vorzüglichsten Eigenschaften und Anwendung des Ammoniaks aufmerksam gemacht und zugleich schon von der Verbindung des Ammoniaks mit der Salpetersäure gesprochen, welche zur Bereitung des Lustgases dient und manchmal angewendet wird, um schwer einzuäschernde Substanzen schnell zu verbrennen, wie dieses zuweilen vorgenommen wird, um den relativen Werth von Heizmaterialien zu bestimmen; es ist hierzu das beste Mittel, da bei seiner Zersetzung keine feuerbeständigen Substanzen gebildet werden, daher die Menge der Asche genau bestimmt werden kann. Das Lustgas wird aus dem salpetersauren Ammoniak durch Erhitzung gewonnen, indem letzteres in einer gläsernen Retorte so weit erhitzt wird, daß sich noch keine weißen Nebel bilden. Das auftretende Gas erregt beim Einathmen einen angenehmen süßlichen Geschmack und behaglichen Rausch; ist jedoch das salpetersaure Ammoniak unrein gewesen, so verursacht das entwickelte Gas üble Folgen.

Die übrigen Ammoniaksalze werden bei den betreffenden Säuren beschrieben; die geruchlosen lassen sich daran erkennen, daß sie

beim Zusammenreiben mit alkalischen Substanzen den bekannten Ammoniakgeruch entwickeln, das rothes Lakmuspapier bläut und in der Nähe von flüchtigen Säuren weiße Nebel verbreitet. Das sogenannte englische Riechsalz ist ein Gemenge von Salmiak und Kalk oder Potasche, welches in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt wird, worin es lange Zeit beim Oeffnen Geruch verbreitet und bei Uebelbefinden, Ohnmachten u. s. w. als Aufregungsmittel benutzt wird.

Vom Kohlenstoff.

Wilhelm hatte schon seinen Freunden bei der trockenen Destillation des Hirschhorns gezeigt, daß dieses zuletzt Kohle in der Retorte zurücklasse, während sich eine Menge flüchtiger Verbindungen gebildet hatten. Ein im Allgemeinen gleiches Resultat erhält man bei der Erhitzung von jeder Pflanzensubstanz, wenn diese nicht an und für sich schon flüchtig ist. Da die Pflanzensubstanzen selten Stickstoff enthalten, so findet bei der trockenen Destillation derselben nur dann Ammoniakbildung statt, wenn genannter Stoff wirklich vorhanden ist; außer denjenigen Produkten, die die thierischen Substanzen in genanntem Prozeß geben, bildet sich hier noch eine große Menge Essigsäure und eine dem gewöhnlichen Weingeist ähnliche Substanz, der sogenannte Holzgeist.

Die Kohle, welche durch Glühen thierischer oder vegetabilischer Stoffe erhalten wird, zeigt im Ganzen einander sehr ähnliche Eigenschaften und ist in jedem Fall ein einfacher Körper, der mehr

oder weniger fremde Substanzen beigemengt oder chemisch gebunden enthält. Sie ist schwarz und undurchsichtig und gleicht in ihrem Ansehen auch der in der Natur vorkommenden Kohle, dem Graphit und Anthracit. Im Mineralreich findet sich noch eine andere Substanz, welche der reinste Kohlenstoff ist, aber sich schon in der Farbe und durch seine Durchsichtigkeit von den anderen Kohlenarten unterscheidet; es ist dieses der Diamant, welcher in chemischer Beziehung sich gar nicht von der gewöhnlichen Kohle, dem Graphit und Anthracit, unterscheidet. Alle diese verschiedenen Kohlenarten zeichnen sich dadurch aus, daß sie vollkommen unschmelzbar und in verschlossenen Gefäßen feuerbeständig sind, bei Vorhandensein von Sauerstoffgas aber in Kohlensäure verwandelt werden, wobei sie, mit Ausnahme des Diamants, mehr oder weniger eine erdige Substanz, Asche, hinterlassen, die aus verschiedenen Verbindungen besteht, deren Radikale aber auf eine eigenthümliche Weise mit der Kohle verbunden gewesen sind. Denn man kann organische Verbindungen, wie z. B. das Holz, oder auch die Kohle mit allen chemischen Agentien behandeln und diese gehörig wieder entfernen, so geben sie beim Einäschern immer eine Substanz, welche in Wasser lösliche und alkalisch reagirende Theile enthält. Wilhelm zeigte seinen Freunden dieses in einem einfachen Versuch. Er nahm ein Stück Leinwand, welches schon zu wiederholten Malen gewaschen worden war und daher alle seine in Wasser löslichen Substanzen verloren haben mußte, und entzündete dasselbe; es hinterblieb ein feines Netz von zusammenhängender Asche, welches er in ein wenig

Wasser warf; in die Flüssigkeit tauchte er ein Stück rothes Lakmus-papier, welches sogleich gebläut wurde; dieses Verhalten zeigt nun an, daß eine alkalische Substanz vorhanden sein muß, die aber nicht Ammoniak sein kann, da dieses sich während des Verbrennens verflüchtigt haben würde, wenn es überhaupt gebildet worden wäre. Als er hierauf etwas Salpetersäure zusetzte, so braus'te die Flüssigkeit auf; dieses Aufbrausen rührt aber nicht durch eine Zersetzung der Salpetersäure her, sondern ist der Erfolg der Wirkung dieser Säure auf kohlensaure Salze, auf kohlensaurem Kalk und Kali. Es muß daher das Holz oder die Kohle auf eine ähnliche Weise mit einfachen Stoffen verbunden sein, wie im Blut das Eisen enthalten ist; in dieser organischen Flüssigkeit läßt sich ebenfalls das Eisen erst bei der Einäscherung nachweisen oder wenn sie mit Chlor behandelt worden ist.

Wilhelm gab in Nachfolgendem seinen Freunden die wichtigsten Eigenschaften und Anwendungen der verschiedenen Kohlenstoffarten an.

a) Pflanzenkohle. Die Kohle, wie sie durch die Verkohlung des Holzes gewonnen wird, hat die Form des letzteren beibehalten, ist aber dabei sehr porös geworden, was ihr viele Eigenschaften mittheilt, welche die natürlichen Kohlenarten nicht haben. Sie erleidet bei gewöhnlicher Temperatur keine Veränderung und fault nicht bei Gegenwart von Wasser, vielmehr schützt sie gegen Fäulniß. Diese Eigenschaft der Kohle ist schon den Alten bekannt gewesen und wird auch jetzt noch oft in Anwendung genommen, um

Holz gegen die Fäulniß zu schützen. Pfähle und andere Gegenstände von Holz, welche in die Erde oder das Wasser gesetzt werden sollen, werden nämlich an der äußeren Seite verkohlt, wodurch bezweckt wird, das Holz mit einer etwa ½—1 Zoll dicken Schicht von Kohle zu bedecken, wodurch es gegen die Einwirkung des Wassers und der Luft geschützt wird. Man hat vor ungefähr 60 Jahren mehrere solcher Pfähle in einer beträchtlichen Tiefe in der Themse eingerammelt noch ganz wohl erhalten und durch Nachforschungen gefunden, daß sie wahrscheinlich zur Zeit Cäsars zum Bau einer Brücke eingeschlagen worden sind.

Die Kohle schützt nicht allein das Holz, sondern auch andere Gegenstände gegen die Fäulniß und hebt die eingetretene Fäulniß vieler Substanzen wieder auf. Auch diese Eigenschaft wird sehr häufig benutzt. So werden Fässer, die zur Aufbewahrung des Trinkwassers auf Seereisen dienen sollen, inwendig verkohlt, wobei ein doppelter Zweck erreicht wird, nämlich die Erhaltung des Holzes und die minder leicht eintretende Fäulniß des Wassers; schon das öftere Einlegen einiger frischgeglühten Holzkohlen in das Trinkwasser schützt das Wasser gegen die Fäulniß oder hebt die eingetretene Fäulniß auf, und man kann daher sehr schnell ein übelriechendes und trübes Wasser in der sogenannten Filtrirmaschine reinigen. Wilhelm hatte seinen Freunden bei der Beschreibung des Wassers versprochen, ihnen später die Einrichtung und den Zweck der Filtrirmaschinen anzugeben, und hier ist der Ort, wo er dies thun konnte. Sie bestehen aus zwei kegelförmigen abgestumpften Gefäßen, welche so in einander

gesetzt werden, daß der engere Durchschnitt nach unten steht; das untere Gefäß enthält am Boden einen Hahn zum Abfließen des gereinigten Wassers, das obere Gefäß ist unten durchlöchert; der untere Theil desselben wird mit groben reinen Kiesstücken bedeckt und hierauf abwechselnde Lagen von frisch ausgeglühter, zerschlagener und von den feineren Theilen durch Sieben befreiter Holzkohlen und groben Sandstücken gegeben; hierauf wird das unreine Wasser auf dieses Gefäß gegossen; in dem Sand läßt es seine die Trübung erregenden Bestandtheile, in der Kohle aber seine riechenden und schmeckenden Theile zurück und fließt dann in das untere Gefäß ganz farb=, geruch= und geschmacklos ab. Ein Apparat dieser Art von der Größe ¼ Ohm ist hinreichend, um alles für den häuslichen Bedarf nothwendige reine Wasser zu liefern. Versagt er mit der Länge der Zeit seine Wirkungen, so wird das obere Gefäß entleert und aufs Neue auf die oben angegebene Weise gefüllt. — Auch Fleisch wird, wenn es schon faulig geworden ist, durch das Einlegen zwischen Kohlenpulver wieder wohlschmeckend, weßhalb auch Cadaver, die längere Zeit aufbewahrt werden sollen, mit Kohlenpulver angefüllt und umgeben werden.

Die Kohle absorbirt alle Gasarten und Dämpfe und wird deßhalb vielfach in Anwendung gebracht. Auf diese Weise lassen sich ohne alle andere Räucherungen Räume von übelriechenden Dämpfen und anderen in der Luft enthaltenen Substanzen reinigen. Man braucht zu diesem Zweck nur an etlichen Orten des Raumes frisch ausgeglühte und in der Größe von Baumnüssen zerschlagene Kohlen

in Sieben aufzustellen, um den genannten Zweck zu erreichen; versagen im Verlauf der Zeit die Kohlen ihre Dienste, so brauchen sie nur ausgeglüht und in verschlossenen Gefäßen der Erkaltung überlassen zu werden, um wieder die vorigen Eigenschaften zu erhalten. Um seinen Freunden diese so nutzbare Eigenschaft durch das Experiment nachzuweisen, bließ Wilhelm in zwei verschließbare Gläser einige Züge Cigarrenrauch; ein Gefäß stellte er für sich hin, in das andere gab er einige frisch ausgeglühte und erkaltete Kohlen; in Verlauf einer halben Stunde ließ er seine Freunde in die Gläser riechen, wobei sie fanden, daß dasjenige Glas, in welchem sich die Kohle befand, gar keinen Geruch besaß, das andere aber einen höchst üblen Geruch verbreitete. Auch die Eigenschaft, Wasserdämpfe zu absorbiren, dient dazu, eiserne oder stählerne Geräthschaften gegen das Rosten zu schützen; es ist daher am zweckmäßigsten, solche Geräthschaften zwischen Kohlenpulver verpackt aufzubewahren und zu verschicken.

Wenn große Massen frisch ausgeglühter Holzkohlen im gepulverten Zustand an der Luft liegen, so absorbiren sie so viel atmosphärische Luft und Wasserdampf und erhitzen sich nach einigen Stunden so stark, daß sie sich entzünden. Diese Eigenschaft muß besonders in Pulvermühlen berücksichtigt werden, damit kein Unglücksfall herbeigeführt wird.

Die Kohle hat ferner die Eigenschaft, verschiedene farbige und riechende Stoffe, Salze und andere Substanzen aus Flüssigkeiten

anzuziehen und wird zu diesen Zwecken vielfach benutzt. Auch hierüber konnte Wilhelm schnell seinen Freunden einen Versuch zeigen; er gab in ein Glas Rothwein und schüttelte diesen mit Kohlenpulver; nach Verlauf einer Viertelstunde gab er die Flüssigkeit auf ein Filter, wo sie fast farblos ablief. Es wäre dieses ein herrliches Mittel, dem Wein die unangenehme Farbe, die er manchmal hat, zu entziehen, wenn die Kohle nicht zugleich auch eine andere Wirkung äußerte; sie entzieht dem Wein nämlich auch seinen Geruch, das Aroma oder die Blume genannt, und den angenehmen Geschmack, und benimmt ihm so viel seines Werthes. In anderen Fällen ist aber dieses Verhalten sehr gut; so wird z. B. Branntwein, welcher einen unangenehmen Fuselgeruch und Geschmack besitzt, gänzlich von der dieses verursachenden Substanz befreit, wenn er mit frisch ausgeglühter und erkalteter Kohle geschüttelt wird, und im Großen wird dieses Verfahren der Reinigung des Branntweins oft vorgenommen. Nothwendig ist es aber, dem Branntwein, wenn er einige Tage mit der Kohle in Berührung gestanden hat, von dieser abzugießen und für sich in einer Blase abzudestilliren; würde die Kohle ebenfalls in den Kessel gegeben werden, so würde auch ein großer Theil der fuseligen Substanz durch die Wärme wieder ausgetrieben und in das Destillat gebracht werden.

Die Pflanzenkohle wird wegen ihrer entfärbenden Kraft zur Entfärbung vieler Auflösungen benutzt und kann zu diesem Zweck noch in ihrer Wirkung dadurch verstärkt werden, daß man sie mit einer Potaschenlösung tränkt, zur Trockne verdunstet, glüht und wieder

zur Entfernung der salzigen Bestandtheile mit Wasser behandelt; eine so vorgerichtete Kohle übertrifft noch in ihrer Wirkung und wegen ihrer Reinheit die später zu beschreibende Thierkohle.

Eine in der Form und Reinheit von der gewöhnlichen Pflanzenkohle sich unterscheidende Kohle ist der sogenannte Kien- oder Lampenruß, welcher in eigenthümlichen Anstalten, in den Rußbrennereien, durch die unvollständige Verbrennung der beim Erhitzen des Holzes und anderer Stoffe sich bildenden flüchtigen Produkte abgeschieden und angesammelt wird, um als Handelsgegenstand zu dienen. Einen solchen Verrußungsprozeß konnte Wilhelm seinen Freunden augenblicklich im Kleinen zeigen. Er nahm die hellbrennende Oellampe und hielt mit der Hand die unten zur Zuführung von atmosphärischer Luft dienenden Oeffnungen zu; sogleich verlängerte und verengerte sich die Flamme und ein schwarzer dicker Rauch stieg von der Flamme in die Höhe, welcher sich größtentheils an überhängenden kälteren Substanzen zu einem schwarzen Pulver verdichtete. Er ist dadurch entstanden, daß die von der Seite zuströmende atmosphärische Luft nicht hinreichend war, die beim Brennen aus dem Oel sich bildenden flüchtigen Produkte vollkommen zu verbrennen und der Sauerstoff der Luft mehr auf den Wasserstoff als den Kohlenstoff wirkte, daher ein großer Theil des letzteren abgeschieden wird. Dieser Ruß ist, wenn er in verschlossenen Gefäßen zur Entfernung der ihm beigemengten flüchtigen Produkte geglüht worden ist, reiner Kohlenstoff und dient zur Bereitung der Tusche und anderer Farbeartikel.

b) Thierkohle. Diese Kohle ist in den meisten Fällen unreiner als die Pflanzenkohle, verhält sich aber in ihrer entfärbenden Eigenschaft besser als jene; die Ursache hiervon ist, daß sie weit poröser ist. Sie wird gewöhnlich durch Erhitzen der thierischen Knochen oder anderer Substanzen in verschlossenen Gefäßen, wobei gewöhnlich die anderen dabei mit auftretenden Produkte benutzt werden, gewonnen, und im grob gepulverten Zustand als Entfärbungssubstanz vorzüglich bei der Zuckerfabrikation, in fein gemahlener Substanz als Beimischung zur Stiefelwichse und anderer Färbereien gebraucht. Die beste thierische Kohle, d. h. diejenige, welche zum Entfärben von Flüssigkeiten am tauglichsten ist, wird bei der Bereitung des Blutlaugensalzes (s. Cyan) gewonnen, indem hier bloß knochenfreie thierische Substanzen, mit Potasche vermengt, geglüht und die dabei nicht in Verbindung getretene Kohle von dem Salz durchdrungen wird und so nach dem Ausziehen des Salzes mit Wasser sehr porös zurückbleibt. — Da die gewöhnliche Knochenkohle einige Procente in Wasser löslicher Salze enthält und diese bei der Entfärbung von Flüssigkeiten von diesen gelös't werden, so fand es der Verfasser schon vor zehn Jahren sehr zweckmäßig, die Kohle erst mit Wasser und etwas Salzsäure zu behandeln und sie dann wieder gut auszuwaschen; dieses ist besonders für die Zuckerraffinerie von Wichtigkeit, indem die im Wasser löslichen Salze der Knochenkohle meist auch solche sind, die Wasser aus der Luft anziehen und so dem Zucker die üble Eigenschaft ertheilen, auf dem Lager leicht feucht zu werden.

Noch andere, aber weit unreinere Kohlenarten werden aus den Steinkohlen (Coaks), Braunkohlen und dem Torf gewonnen; die aus beiden letzteren zeigen auch entfärbende und Geruch anziehende Eigenschaften, werden aber meist wie die Coaks nur als Feuermaterial benutzt.

Der Graphit hat die oben erwähnten absorbirenden Eigenschaften der Kohle nicht, zeichnet sich aber dadurch aus, daß er beim Angreifen sehr milde ist und beim Anstreichen abfärbt; beide Eigenschaften machen ihn zu einer sehr nutzbaren Substanz, denn er dient mit Fett oder Oel vermischt zum Einschmieren der Getriebe verschiedener Räderwerke und Maschinen und zum Anstreichen des Eisens, um diesem eine schöne Eisenfarbe zu ertheilen. Die andere Anwendung ist die zu den sogenannten Bleistiften, wo er mit Schwefelantimon vermengt wird. Da er sehr schwierig verbrennt, so dient er auch zur Darstellung von Tiegeln für Metallschmelzungsprozesse. Er findet sich an mehreren Orten Europas und kann auf künstliche Weise bei Behandlung des Gußeisens mit Kohle oder des Stabeisens mit Kohlenwasserstoffgas gebildet werden und enthält immer einige Procente Eisen, das ihm durch Salzsäure in gelinder Wärme entzogen werden kann.

Der Anthracit kommt noch weniger in Anwendung als die übrigen Kohlenarten und selbst als Heizmaterial wird er nicht sehr viel gebraucht, da er sehr schwierig verbrennt; er enthält Beimengungen von Eisenoxyd, Thonerde und Kieselerde und findet sich an mehreren Orten Europas.

Der kostbarste Kohlenstoff ist der Diamant, welcher sich in Ostindien und Brasilien findet und vor 10 Jahren auch am Ural entdeckt worden ist. Seine Durchsichtigkeit, sein lebhafter Glanz, seine große Härte (er ist bis jetzt der härteste Körper) und das ausgezeichnete Farbenspiel, welches er beim Schleifen erhält, machen ihn zu dem kostbarsten Edelstein, dessen Werth noch dadurch vermehrt wird, daß er sich nur selten findet. Er ist reiner Kohlenstoff; deßhalb ist es schon oft versucht worden, ihn auf künstlichem Wege darzustellen, aber bis jetzt noch ziemlich erfolglos. Seine künstliche Darstellung kann wenigstens nur in einem sehr lang dauernden Prozeß gelingen, der leicht die Kosten eines natürlichen Diamants übersteigen würde. Er dient als Schmuck, die kleineren Stücke zum Glasschneiden und im feingeschlemmten Zustand zum Schleifen der Diamanten und anderer harten Edelsteine.

Im Vorhergehenden hatte Wilhelm seine Freunde mit den allgemeinen Eigenschaften der verschiedenen Kohlenarten bekannt gemacht; jetzt hatte er diese nun noch mit dem Verhalten des Kohlenstoffs gegen Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff und den Verbindungen desselben mit diesen Stoffen bekannt zu machen.

Kohlensäure.

Wilhelm erhitzte ein Stück Holzkohle theilweise bis zum Glühen und tauchte sie in reines Sauerstoffgas, wo sie, wie er seinen Freunden schon beim Sauerstoff gezeigt hatte, unter Funkensprühen

fast gänzlich verschwand und nach dem Umschütteln die in dem Glas befindliche blaue Auflösung des Lakmus roth färbte. Das Produkt der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff ist also eine Säure und kann auf unmittelbarem Wege gebildet werden. Eine gleiche luftförmige Substanz wird aber auch erhalten, wenn alle die übrigen Kohlenarten, der Anthracit, Graphit und Diamant, bei einer hohen Temperatur der Einwirkung des Sauerstoffgases ausgesetzt werden, woraus man erkannte, daß sie Kohlenstoff seien. Sie bildet sich auch beim Erhitzen der Kohle mit Metalloxyden, nebst Wasser bei dem Verbrennen aller organischen Verbindungen, im Athmungsprozeß, bei der trockenen Destillation, nebst Alkohol im Prozeß der Gährung und findet sich theils frei, theils gebunden in der Natur, und zwar frei in der atmosphärischen Luft und in vielen Quellwassern und gebunden in allen Salz-, Stein- und Erdarten, welche bei der Berührung mit verdünnten Säuren aufbrausen, ohne dabei einen Geruch nach faulen Eiern zu entwickeln. Wilhelm konnte diese Bildung und das Auftreten dieser Säure leicht in einigen Experimenten zeigen.

In ein mit Sauerstoffgas gefülltes und etwas Kalkwasser enthaltendes Glas brachte er eine glühende Kohle, welche auf bekannte Weise verbrannte, aber zugleich auch das Kalkwasser stark trübte.

Unter einer Glocke, welche auf einem Teller stand, der mit hellem Kalkwasser bedeckt war, brachte er eine brennende Spirituslampe, wo dieselbe nach einiger Zeit verlöschte, das Kalkwasser sich

aber auch stark getrübt hatte; letzteres goß er dann in ein gewöhnliches Medizinglas.

Durch ein mit Kalkwasser gefülltes Glas bließ er einige Zeit die Luft aus der Lunge, wodurch das Kalkwasser bald sehr stark getrübt wurde.

Auf eine Flasche, in welcher sich gährendes Bier befand, setzte er eine Gasleitungsröhre und führte diese ebenfalls in Kalkwasser, wobei dieses durch die auftretenden Luftblasen stark getrübt wurde.

Ein flaches Gefäß setzte er mit Kalkwasser gefüllt an die atmosphärische Luft, wo sich letzteres bald trübte.

In ein Glas, in welchem sich gewöhnliches Quellwasser befand, gab er ebenfalls Kalkwasser, wo sich auch eine Trübung einstellte.

Zuletzt gab er noch in ein Entwickelungsgefäß ein Stück Kreide und übergoß es mit verdünnter Salpetersäure; es entstand ein starkes Aufbrausen und als er die auftretende Luft mittelst einer Glasröhre in Kalkwasser leitete, wurde dieses sehr stark getrübt.

Der Erfolg war in diesen Versuchen immer derselbe gewesen; erst Trübung des Kalkwassers und dann ein völliger Niederschlag; Wilhelm goß nun aus allen Gläsern die überstehende helle Flüssigkeit ab und auf die vorhandenen Niederschläge verdünnte Salpetersäure, wodurch sie sämmtlich unter Aufbrausen wieder verschwanden. Es hatte sich nämlich durch die Wirkung der Kohlensäure auf das Kalkwasser in Wasser unlöslicher kohlensaurer Kalk gebildet, welcher durch den Zusatz von Salpetersäure unter Entwickelung von Kohlensäure in löslichen salpetersauren Kalk verwandelt wurde.

Außer den oben angegebenen Vorkommen der Kohlensäure findet sich dieselbe noch in großen Mengen in verschiedenen Höhlen, wie z. B. in der Dunstgrotte bei Pyrmont, in Brohlthal am Laacher See, in den Hundsgrotten von Neapel u. s. w. frei vor.

Die Kohlensäure kann in gasförmigem Zustand sehr leicht und, in großer Menge entweder durch Zersetzung der kohlensauren Salze, besonders der verschiedenen Arten von kohlensaurem Kalk, wie Marmor, Kreide, Kalkstein u. s. w., mit verdünnter Säure oder im Prozeß der Gährung gewonnen und zu weiteren Zwecken benutzt werden.

Die hauptsächlichsten Eigenschaften der Kohlensäure in gasförmigem Zustand sind folgende: Es ist farblos, riecht stechend säuerlich und schmeckt säuerlich, röthet, wie Wilhelm schon vorher seinen Freunden gezeigt hatte, schwach die Lakmustinktur und ist um die Hälfte schwerer als die atmosphärische Luft. Wegen dieser Eigenschaft sammelt sich die Kohlensäure da, wo sie in großen Massen auftritt, immer am Boden an, und in den Dunsthöhlen von Pyrmont kann man ein recht interessantes Experiment deßhalb anstellen. Macht man nämlich an diesem Orte eine gewöhnliche Seifenblase und läßt diese von der Pfeife abfallen, so bleibt sie da schweben, wo die Gränze zwischen dem Kohlensäuregas und der atmosphärischen Luft ist. Das Gas ist ferner weder brennbar, noch athembar, wie Wilhelm sogleich seinen Freunden zeigte. Er ließ auf dieselbe Weise wie früher aus Kreide durch verdünnte Salpetersäure, Kohlensäure entwickeln, und leitete es in ein leeres Glas;

vermöge seiner größeren Schwere verdrängt es die atmosphärische Luft und sammelt sich in dem Glas an; nach einiger Zeit hielt er ein an einem Draht befestigtes Stück brennende Wachskerze in das Glas und senkte es langsam ein; die Flamme zog sich dabei in die Höhe, und blieb endlich auf einem Punkt stehen, während der Docht verlöscht war und nur noch Dämpfe entwickelte, welche über der Kohlensäure verbrannten; als er das Wachslicht wieder in die Höhe zog, brannte es wieder an, senkte er es aber tiefer, so verlöschte endlich auch die schwebende Flamme. Um nun zu zeigen, daß die Kohlensäure wirklich die Ursache des Verlöschens sei, brannte er das Wachslicht nochmals an und tauchte es in ein bloß atmosphärische Luft enthaltendes Glas, wo es ziemlich lebhaft fortbrannte; als er aber das mit Kohlensäure gefüllte Glas vorsichtig so nach dem Gefäß neigte, als wollte er eine Flüssigkeit übergießen, so verlöschte die Flamme. In ein anderes mit Kohlensäuregas gefülltes Glas gab er einige lebende Fliegen, die nach einer Minute betäubt niederfielen und erstickt sein würden, wenn er sie nicht wieder an die Luft gebracht hätte, wo sie sogleich wieder lebhaft wurden. Ein ähnliches Experiment wird dem Besuchenden der Hundsgrotten von Neapel gezeigt, indem in diesen die Kohlensäure ebenfalls nur in einer gewissen Höhe schwebt. Die Menschen können in aufrechter Stellung den Aufenthalt in diesen Höhlen längere Zeit abhalten; wird aber ein Hund mit in die Höhle genommen, so ist dieser in dem Dunstkreis der Kohlensäure und wird betäubt; durch sein Fortschaffen an die freie Luft wird er dann wieder zum

Leben gebracht. Werden Insekten oder Schmetterlinge, die zum Aufbewahren in Sammlungen bestimmt sind, in Kohlensäure erstickt, so verlieren sie nicht, wie es beim Tödten mit Schwefeldämpfen geschieht, ihre Farbe.

Da nun die Kohlensäure sich oft in großen Mengen in Räumen entwickeln kann, wie z. B. in Kellern, wo sich gährende Flüssigkeiten befinden, so kann der Besuch derselben oft lebensgefährlich werden. Es ist daher nothwendig, solche Räume mit Substanzen zu versehen, die die Kohlensäure schnell anziehen; eine solche Substanz ist der Kalk. Wird er im gebrannten Zustand in Keller gebracht, so erfüllt er einen doppelten Zweck; nämlich er zieht die Feuchtigkeit und zugleich die Kohlensäure an, und nie kann sich in so bestellten Kellern eine große Menge von Kohlensäure ansammeln. Hat er seine Wirkung verloren, was daran erkannt wird, daß er im Wasser angerührt, nicht mehr scharf schmeckt und das rothe Lakmuspapier nicht bläut, so wird er durch neuen ersetzt. Haben sich große Mengen von Kohlensäure in Räumen angesammelt, oder hat man nur die Vermuthung, so prüft man zuerst die Luft durch ein brennendes Licht; wird dieses verlöscht und muß der Raum bald besucht werden, so schießt man entweder einige Male mit einem Gewehr hinein, wodurch eine große Luftbewegung veranlaßt wird, oder man gießt gelöschten und mit Wasser zu einem Brei angerührten Kalk hinein, wodurch sie schnell absorbirt wird.

Das Kohlensäuregas läßt sich bei starkem Druck und sehr niedriger Temperatur zu einer Flüssigkeit verdichten, welche bei ihrer

Verdampfung so viel Kälte erregt, daß ein anderer Theil derselben fest wird; wird in diese feste Kohlensäure etwas Quecksilber gebracht, so wird dieses ebenfalls durch die große Wärmeentziehung der festen Kohlensäure in einigen Sekunden fest, so daß man Medaillen davon prägen kann, die einige Zeit fest bleiben.

Die Kohlensäure wird vom Wasser in ziemlicher Menge verschluckt und die Menge steigt mit dem Druck, den beide bei gegenseitiger Berührung ausgesetzt werden; aber schon bei gewöhnlicher Temperatur und Dichtigkeit der atmosphärischen Luft kann das Wasser sein gleiches Volumen Kohlensäuregas aufnehmen, und dadurch einen stechend säuerlichen Geruch und angenehm säuerlichen, höchst erfrischenden Geschmack erhalten; die meisten Brunnenwasser verdanken ihren erfrischenden Geschmack dem Vorhandensein von Kohlensäure. Man wendet zur Bereitung solcher Wasser, die noch mit mehreren Salzen vermischt werden, damit sie den in Natur vorkommenden Kohlensäure-haltigen Wassern um so ähnlicher werden, entweder die Kohlensäure an, welche sich im Prozeß der Gährung bildet, oder wie sie durch Zersetzung von Marmor mit Säuren erhalten wird, oder man läßt die Kohlensäure aus einem in dem Wasser gelös'ten kohlensauren Salz durch Salzsäure auftreten, und verstopft in dem Augenblick, wo die Salzsäure zugegeben worden ist, die Flasche fest, wodurch keine Kohlensäure entweichen kann, und sich in dem Wasser lösen muß. Lösen die Flüssigkeiten mehr Kohlensäure auf, als sie an der Luft zurückhalten können, so entsteht durch das Entweichen der Kohlensäure ein Schäumen, wie man es

am Champagner, jungen, in Flaschen verschlossenen Bieren u. s. w. öfters wahrnimmt; die entweichende Kohlensäure bringt einen eigenthümlichen prickelnden Geruch und Geschmack hervor, der sehr angenehm ist. Um ihn gänzlich zu genießen, muß man daher die Flüssigkeiten nur sehr langsam in die geneigten Trinkgläser eingießen, damit nicht zu viel Kohlensäure ausgestoßen werde. Im Bier und Champagner ist die Kohlensäure nur deßhalb vorhanden, weil die Flüssigkeiten noch vor der vollständig beendigten Gährung auf Flaschen gefüllt werden, hierin diese erst beendigen können, die freigewordene Kohlensäure aber nicht entweichen kann. Einen brausenden Wein kann man sehr leicht verfertigen, und einem sauren Wein dadurch seine üblen Folgen benehmen, wenn man auf eine gewöhnliche Weinflasche (von 2 ℔ Inhalt) 1 Quentchen doppelt kohlensaures Natron und 1—2 Loth zerriebenen Zucker gibt, die Flasche schnell verstopft und nach dem Umschütteln einige Stunden an einem kühlen Ort legt. Ist der Wein nicht sauer, in welchem Fall er nicht auf das kohlensaure Salz zersetzend wirken kann, so gibt man noch ½ Quentchen Weinsteinsäure hinzu, und läßt ihn etwas länger liegen. Wilhelm verfertigte seinen Freunden eine Flasche solchen moussirenden Weines aus einem recht sauer schmeckenden Wein, und diese fanden dann den Geschmack desselben recht angenehm. Auf gleiche Weise verfertigte Wilhelm eine schäumende Limonade, indem er 1½ Quentchen zerriebenes doppelt kohlensaures Natron, 1¼ Quentchen Weinsteinsäure und 2 Loth Zucker in ein Gefäß brachte, in welchem sich ½ Maß Wasser befand. Diese Ingredienzen auf

Reisen bei sich zu führen ist höchst zweckmäßig, da man oft an Orte kommt, wo man nur schlechte Getränke erhält. Es ist aber dann gut, das Natron oder die Weinsteinsäure nur mit dem Zucker zu vermischen, und die andere Substanz abgewogen in einem Papier zu haben, denn mit der Länge der Zeit wirken auch trocknes kohlensaures Natron und Weinsteinsäure auf einander, die Kohlensäure wird ausgetrieben, ehe sie es werden soll, und das Getränk erhält keinen erfrischenden Geschmack.

Die Kohlensäure verbindet sich mit verschiedenen Oxyden, die im neutralen Zustand, und wenn sie im Wasser löslich sind, alkalische Reaction äußern; die sauren Salze sind sämmtlich in Wasser löslich; so wird z. B. der kohlensaure Kalk, welcher sich beim Leiten des Kohlensäuregases in Kalkwasser bildet, wieder gelös't, wenn man längere Zeit noch Kohlensäure durch die Flüssigkeit strömen läßt; wird aber dann die Flüssigkeit gekocht, so scheidet sich die Kohlensäure, die zur Lösung diente, wieder ab, und es entsteht von Neuem ein Niederschlag. Diese Erscheinung zeigt sich sehr oft bei den Quellwassern, die freie Kohlensäure und dann gewöhnlich auch kohlensauren Kalk enthalten, wenn sie gekocht werden, wobei sich oft die Gefäße nach und nach mit einer Rinde erdiger Substanz bedecken, welche größtentheils aus kohlensaurem Kalk besteht, und durch Behandlung mit verdünnten Säuren, z. B. mit Essig entfernt werden kann.

Die Kohlensäure wird noch in einigen anderen Prozessen benutzt, was späterhin angegeben werden soll.

Kohlensaures Ammoniak.

Wenn Kohlensäuregas und Ammoniakgas in dem Verhältniß von 1 zu 2 zusammentreten, so verschwinden beide Gasarten; es bildet sich nämlich eine feste salzartige Substanz, welche das Produkt der Vereinigung beider Gasarten ist und ein schönes Beispiel darbietet, wie zwei gasförmige Körper sich zu einer festen Substanz verbinden können. Es besteht aus gleichen Mischungsgewichten Ammoniak und Kohlensäure, entläßt aber 1/3 seines Ammoniaks und nimmt dafür Wasser auf, wenn es mit letzterem in Berührung gesetzt wird. Diese neue Verbindung ist es auch, die sich in großer Menge bei der trocknen Destillation thierischer Stoffe bildet, wovon Wilhelm schon bei dem Ammoniak gesprochen hatte.

Da es aber in dem letzten Prozeß sehr verunreinigt auftritt, so kann es in diesem Zustand nur zu wenigen Zwecken benutzt werden. Es muß gereinigt werden; dies geschieht nun mit einem anderen Produkt der trocknen Destillation, nämlich es wird mit thierischer Kohle im getrockneten Zustand so oft sublimirt, bis es allen Geruch nach brenzlichem Oel verloren hat und vollkommen weiß geworden ist. Es kann aber auch und am reinsten aus dem Salmiak gewonnen werden, wenn man diesen mit Kreide vermengt sublimirt, wo sich die Bestandtheile austauschen und zu gleicher Zeit ein Wasserbildungsprozeß aus einem Theil der Elemente des Salmiaks und des Kalks statt findet, welcher auf das entstehende

neutrale kohlensaure Ammoniak zersetzend wirkt, und anderthalb kohlensaures Ammoniak mit Wasser verbunden gebildet wird.

Dieses Salz ist es, welches in der Chemie und Medizin zu verschiedenen Zwecken benutzt wird; es ist sehr leicht flüchtig und diese Eigenschaft macht es tauglich zur Feinbäckerei; es wird nämlich in Wasser oder Milch gelös't zu dem Teig gemischt; wird dieser dann in den Ofen gegeben, so entweicht das kohlensaure Ammoniak und veranlaßt dadurch, daß das Gebäck sehr blasig und locker wird.

Wird die Auflösung dieses Salzes der Luft ausgesetzt oder mit Alkohol vermischt, so zieht es im ersten Falle Kohlensäure an, in letzterem Falle aber entläßt es Ammoniak, und verwandelt sich in doppelt kohlensaures Ammoniak, welches beim Erhitzen seiner wässerigen Lösung wieder in anderthalb kohlensaures Ammoniak verwandelt wird.

Kohlenoxydgas.

Wilhelm erwähnte seinen Freunden, daß brennende Kohlen öfters an ihrer Oberfläche eine blaue leckende Flamme ausgeben, die das Produkt der Verbrennung einer anderen Oxydationsstufe des Kohlenstoffes ist; diese Flamme zeigt sich nur dann, wenn den brennenden Kohlen von unten nicht die hinreichende Menge atmosphärische Luft zugeführt wird und die oberhalb liegenden Kohlen schon im Glühen sind; es wird in diesem Fall die unten gebildete Kohlensäure bei ihrem Durchgang durch die glühenden Kohlen bestimmt, noch so

viel Kohlenstoff aufzunehmen, als sie schon enthält und als eine gasförmige Substanz an die Oberfläche der Kohlen zu kommen, wo sie, wenn letztere glühend sind, aus der atmosphärischen Luft Sauerstoff aufnimmt und mit der oben erwähnten Flamme verbrennt.

Dieses Gas wird rein erhalten, wenn man entweder über in Röhren befindliche glühende Kohlen oder Eisenfeile trockne Kohlensäure gehen läßt, oder Kreide und verschiedene Metalloxyde mit Kohle vermengt, einer hohen Temperatur aussetzt und das auftretende Gas von der gleichzeitig durchgetriebenen, entwickelten oder gebildeten Kohlensäure dadurch reinigt, daß man es durch Kalkwasser oder eine andere alkalische Flüssigkeit leitet, wovon es nicht aufgenommen wird.

Es ist ein sehr schädliches Gas und hat schon oft Todesfälle veranlaßt. Im reinen Zustand ist es farb-, geruch-, und geschmacklos, besteht nach dem oben angegebenen aus 6 Theilen Kohlenstoff und 8 Theilen Sauerstoff und wirkt schnell tödtend; selbst mit vieler Luft vermischt, erregt es noch Schwindel und Ohnmacht. Es verbreitet sich dann im Wohnzimmer, wenn entweder große Menge von Kohlen im Brand sind oder wenn der Zug des Ofens eher verschlossen wird, als die in demselben enthaltenen Brennmaterialien verlöscht sind, und bewirkt die oben angegebenen Erscheinungen auf den thierischen Organismus. Da sich zugleich noch eine andere Verbindung mit entwickelt, die Kohlendampf genannt wird, deren Natur aber bloß bis jetzt durch seine Wirkung auf das Leben bekannt ist, unangenehm riecht und schnell erstickend wirkt, so muß

man niemals Kohlen in verschlossenen Räumen erhitzen oder die Klappen der Oefen vor dem vollkommenen Verbrennen schließen.

Anderweite Oxyde des Kohlenstoffes.

Der Kohlenstoff bildet noch vier andere Oxyde, die alle von saurer Natur sind; zwei derselben finden sich in der Natur fertig gebildet, die zwei anderen werden auf dem Weg der Kunst, aber nicht unmittelbar, gebildet. Wilhelm konnte auf die weitere Erörterung dieser Substanzen nicht eingehen, da drei derselben in der Technik gar kein Interesse haben, die vierte aber, welche von technischem Interesse ist, eigentlich in die Pflanzenchemie gehört. Diese Verbindungen sind:

1) Oxalsäure, welche im wasserfreien Zustand aus 2 Mischungs-Gewichten Kohlenstoff und 3 Mischungs-Gewichten Sauerstoff besteht, findet sich im Pflanzenreich theils frei, öfters aber an Basen gebunden, ist zuweilen ein Bestandtheil der Harnsteine und findet sich in einem Mineral, dem sogenannten Humboldtit. Sie zeichnet sich durch ihre große Verwandtschaft zu den Basen aus und übertrifft in vielen Fällen die der Schwefelsäure;

2) Honigsteinsäure, welche aus 4 Mischungs-Gewichten Kohlenstoff und 3 Mischungs-Gewichten Sauerstoff besteht, findet sich in einem jetzt sehr seltenen Mineral, dem Honigstein;

3) Krokonsäure besteht aus 5 Mischungs-Gewichten Kohlenstoff und 4 Mischungs-Gewichten Sauerstoff und bildet sich bei der Darstellung des Kalimetalls aus kohlensaurem Kali und Kohle; sie

zeichnet sich dadurch aus, daß sie mit den Oxyden safrangelbe Salze bildet, woher sie den Namen erhalten hat.

4) Rhodizonsäure besteht aus 3 Mischungs-Gewichten Kohlenstoff und 5 Mischungs-Gewichten Sauerstoff und bildet sich neben voriger; ihre Salze sind rosenroth bis carminroth, woher sie den Namen erhalten hat.

Von den Kohlenwasserstoffen.

Der Verbindungen des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoff gibt es sehr viele; sie bilden sich theils in dem Vegetationsprozeß, theils bei der Zersetzung der organischen Verbindungen durch Hitze. Sie besitzen alle Formen des Aggregatzustandes; sie sind nämlich theils gasförmig, theils flüssig, theils fest. Wilhelms Plan ging aber nicht dahin, seine Freunde mit den Eigenschaften dieser Körper bekannt zu machen, da sie eigentlich in die organische Chemie gehören; bloß zwei dieser Verbindungen wollte er nach ihren Eigenschaften und Anwendung erörtern, da sie im Leben eine wichtige Rolle spielen:

1) Kohlenwasserstoffgas, leichtes.

Dieses Gas bildet sich da, wo organische Substanzen der Fäulniß überlassen sind, strömt an manchen Orten aus dem Erdboden hervor und findet sich in den Steinkohlengruben; es ist ferner ein Produkt der trocknen Destillation organischer Substanzen und bildet sich beim Leiten des folgenden Kohlenwasserstoffgases oder des Alkoholdampfes durch glühende Röhren.

Dieses Gas, obgleich es meist mit anderen vermengt auftritt, gibt, mit atmosphärischer Luft vermischt, die gefährlichste Luftmischung und hat in den Kohlenwerken schon vielen Bergleuten das Leben gekostet. Es verbinden sich nämlich seine Bestandtheile, der Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, wenn ein brennender Körper hineingebracht wird, mit einer solchen Heftigkeit, daß schon geringe Mengen eines solchen Gasgemisches, wenn sie in einer Glasröhre eingeschlossen sind, beim Entzünden durch den elektrischen Funken die Glasröhre zerschmettern. Sind nun solche Gasgemische in größerem Maßstab vorhanden, wie sie sich z. B. oft in Kohlenbergwerken bilden, so wird bei der Annäherung eines brennenden Körpers der Raum in eine wahre Hölle verwandelt und durch die Kraft der explodirenden Mischung gewöhnlich ein großer Theil der Kohlenstollen sammt den Arbeitern vernichtet.

Da nun aber die Bergleute ohne Licht nicht in den Bergwerken arbeiten können, das Kohlenwasserstoffgas sich aber bei seinem Auftreten auf den thierischen Organismus nicht beschwerlich fällt, deßhalb nicht erkannt wird, so geschahen so häufig Unglücksfälle in den Bergwerken, daß die englische Regierung vor ungefähr 25 Jahren einen Preis auf die Einrichtung einer Lampe setzte, mit welcher ohne Gefahr der Bergmann in einem solchen Raum arbeiten kann. Der Engländer H. Davy, dem die Wissenschaft so viel verdankt, war es auch, der durch die Einrichtung einer sogenannten Sicherheitslampe der Menschheit einen großen Dienst leistete. Er benutzte

nämlich die Erfahrung, daß brennbare Gasarten, wenn sie in einiger Entfernung von ihrem Ausgangsrohr durch ein Drahtnetz von Kupfer gehen, welches auf den Quadratzoll 400 Maschen hat, bloß an der äußeren Seite des Netzes fortbrennen, wenn diesen ein brennender Körper genähert wird, der Raum aber zwischen dem Netz und dem Ausgangsrohr nicht durch die äußere Flamme entzündet wird. Dieser Erfahrung zu Folge construirte Davy seine Lampe folgender Maßen: Ein gewöhnlicher Oelbehälter, der an der Seite eine Einflußröhre für das Oel und in der Mitte eine Dochtröhre hat, wird mit einem Gestell bedeckt, in welchem ein röhrenartig geformtes Drahtnetz dicht eingesetzt ist; außerdem geht durch den Oelbehälter noch ein Draht, um die Flamme putzen zu können. Kommt nun der Bergmann mit einer so vorgerichteten und brennenden Lampe in ein solches Gasgemische, so finden innerhalb des Drahtnetzes kleine Explosionen statt; der Arbeiter wird dadurch gewarnt, nicht längere Zeit zu verweilen und kann sich daher retten. Durch einen künstlichen Luftzug muß dann die Grube von dem Gasgemische befreit werden.

Diese Lampe leistet auch in anderen brennbaren Gasgemischen, z. B. an Orten, wo viel Alkoholdunst oder Aetherdunst mit der Luft gemischt ist und an Orten, wo leicht entzündlicher Staub enthalten ist, wie z. B. in Pulvermühlen, Laboratorien der Artillerie u. s. w. gute Dienste und ist in vielen Staaten gesetzlich eingeführt.

Wegen der Explosionen, welche das Kohlenwasserstoffgas bedingt, nennen es die Bergleute auch den feurigen Schwaden oder

das schlagende Wetter. Es brennt im reinen Zustand mit einer matten gelblichen Flamme und verwandelt sich dabei in Kohlensäure-gas und Wasserdampf; es besteht aus 1 Mischungs-Gewicht Kohlenstoff und 2 Mischungs-Gewichten Wasserstoff, entspricht also in seiner Zusammensetzung der Kohlensäure. Es ist ein Bestandtheil des Leuchtgases (wovon weiter unten) und wird an den Orten, wo es aus der Erde ausströmt, angebrannt und die Hitze zum Brennen des Kalksteins, zum Betrieb von Töpfereien, zum Salzsieden u. s. w. benutzt.

2) Kohlenwasserstoffgas, schweres.

Dieses Gas ist ebenfalls ein Produkt der trockenen Destillation organischer Stoffe, wobei es mit den übrigen gasförmigen Verbindungen des Kohlenstoffes auftritt, von diesem aber nicht gänzlich gereinigt werden kann.

Um es rein darzustellen, verfuhr Wilhelm auf folgende Art: Er mischte füreerst nach und nach zu 2 Theilen starkem Weingeist 8 Theile concentrirte Schwefelsäure und gab dieses Gemisch dann in eine Retorte, die zur Hälfte davon erfüllt wurde; an die Retorte war ein Gasleitungsrohr befestigt, welches unter eine mit Wasser gefüllte und mit einem Hahnen versehenen Glocke mündete; das Wasser hatte Wilhelm mit etwas Lauge vermischt, damit die sauren Gasarten, die bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf Alkohol gebildet werden, absorbirt würden. Den Inhalt der Retorte erhitzte er langsam, wodurch eine große Menge Luftblasen entwickelt wurden und der Inhalt der Retorte sich nach und nach schwärzte.

Auf diese Weise hatte Wilhelm außer der Glocke noch eine Flasche voll Gas erhalten; den Inhalt der Glocke bestimmte er zu dem Versuch, in welchem die Leuchtkraft des Gases gezeigt werden sollte, den der Flasche aber zu einem Versuch, der eigentlich erst bei der Beschreibung eines anderen Stoffes vorgenommen werden sollte, der aber so charakteristisch für dieses Gas ist, daß er glaubte, ihn hier anticipiren zu dürfen.

Der Geruch des schweren Kohlenwasserstoffes ist schon unangenehmer als der des vorigen und läßt sich leicht wieder erkennen, wenn man ihn einmal kennen gelernt hat; es wirkt für sich beim Einathmen tödtlich; es verursacht gleich starke Explosionen wie das vorige, wenn es mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft vermengt, mit einem brennenden Körper in Berührung kommt, unterscheidet sich aber von diesem durch die Helligkeit seiner Flamme, wenn es durch eine enge Röhre ausströmend entzündet wird, und daß es um die Hälfte weniger Wasserstoff als dieses enthält, und daher aus 1 Mischungs-Gewicht Kohlenstoff und 1 Mischungs-Gewicht Wasserstoff besteht. Die Verpuffungsversuche sowohl mit diesem Gas als mit vorigem nahm Wilhelm nicht vor, da selbst sehr geringe Mengen eines solchen Gases sehr starke Verpuffungsröhren bei der Entzündung zerschmettern. Aber den Verbrennungsprozeß dieses Gases im Kleinen konnte er seinen Freunden zeigen, da bei gehöriger Vorsicht hier kein Unglück geschehen kann.

Er brachte unter die Glocke noch unterhalb des Wassers einen Teller, dessen Vertiefung noch über den Glasrand der Glocke

hervorragte und hob diesen mit der Glocke ganz horizontal in die Höhe; dadurch wird zwischen dem Glocken- und Tellerrand eine Schicht Wasser mit in die Höhe genommen, welche den Zutritt der atmosphärischen Luft zu dem in der Glocke befindlichen Kohlenwasserstoffgas verhindert. Diese ganze Vorrichtung wurde nun vorsichtig in ein anderes mit Wasser gefülltes Gefäß gebracht, welches so hoch war, daß die Glocke darin gänzlich eingetaucht werden konnte. Innerhalb des Wassers zog er nun den Teller von der Oeffnung der Glocke weg, setzte dann auf den Hahn derselben ein Messingrohr, welches eine (oder mehrere) enge Oeffnung hat, drückte die Glocke etwas tief ins Wasser, öffnete den Hahn und näherte der Oeffnung einen brennenden Körper, wodurch sogleich das ausströmende Gas mit einer dicken, weißen, ungemein stark leuchtenden Flamme verbrannte. Durch fortwährendes Einsenken der Glocke in das Wasser wurde das Gas sämmtlich verbrannt. Wegen dieser Eigenschaft wird das Kohlenwasserstoffgas auch Leuchtgas genannt und im unreinen Zustand als Leuchtmaterial in verschiedenen großen Städten gebraucht.

Das Leuchtgas verbindet sich sehr leicht mit Chlor zu einem ölartigen, angenehm riechenden Körper und diese Eigenschaft wird benutzt, um den Werth des Leuchtgases zu bestimmen. Wilhelm brachte die Oeffnung einer Gasleitungsröhre, aus welcher Chlorgas (wovon in dem nächsten Abschnitt die Rede sein wird) auftrat, in die unter Wasser befindliche Oeffnung der mit Leuchtgas gefüllten Flasche und sogleich zeigten sich an dem Rand der Flasche ölige

Streifen, die herabflossen und unter dem Wasser zusammenhängende ölige Tropfen bildeten. Wegen dieser Eigenschaft wird das Kohlenwasserstoffgas auch ölbildendes Gas genannt.

Dieses Gas, das vorige, Kohlensäuregas und Kohlenoxydgas und einige andere Gase und brennbare Dämpfe sind es, welche bei der trocknen Destillation organischer Stoffe auftreten und in mehr gereinigtem Zustand als Leuchtmaterial benutzt werden. Wilhelm hatte das Gas aufbewahrt, welches er bei der trocknen Destillation des Hirschhorns gewonnen hatte, um seinen Freunden zu zeigen, daß dieses wirklich mit einer sehr hellen Flamme brenne. Er brachte die Glocke wie vorhin in ein tieferes mit Wasser gefülltes Gefäß und setzte auf den Hahn die Ausgangsröhre. Das beim Oeffnen des Hahnes austretende Gas brannte bei Annäherung eines brennenden Körpers zwar nicht so hell, wie das aus Alkohol entwickelte Gas, aber immer noch bedeutend heller, als die Flamme einer Kerze oder Oellampe. In Nachfolgendem gab er seinen Freunden einen allgemeinen Ueberblick, wie bei der Bereitung des Leuchtgases im Großen verfahren wird.

Zur Darstellung dieses Gases werden hauptsächlich Steinkohlen, aber auch Fette und Harze benutzt; Braunkohlen und Holz geben zwar Gasarten, die beim Verbrennen große Hitze erregen, aber wenig Licht verbreiten.

Unter den Steinkohlen sind zur Erzeugung des Leuchtgases besonders diejenigen anzuwenden, welche sich beim Erhitzen aufblähen, zusammenbacken, nach der Form des Gefäßes gestalten und deßhalb

auch Backkohlen genannt werden. Sie werden in neben einander horizontal liegende, bereits bis zum Rothglühen erhitzte, starke gußeiserne Cylinder gegeben, welche nur so weit angefüllt werden, daß die Kohlen beim Aufblähen Spielraum haben, und dann die Cylinder durch eiserne mit Lehm beschlagene Scheiben verschlossen. Um die größte Menge von schwerem Kohlenwasserstoffgas, als dem bei dem Verbrennen das hellste Licht gebenden Gas bei diesem Prozeß zu gewinnen, ist es nothwendig, daß die Temperatur des Cylinders immer die Kirschrothglühhitze ist, denn bei niedrigerer Temperatur wird zu viel Theer, bei zu hoher Temperatur fast gar kein Leuchtgas gebildet.

Die in dieser Hitze sich erzeugenden Gase und Dämpfe entweichen durch Röhren in ein gemeinschaftliches sehr weites Sammelrohr, in welchem sich der größte Theil des Theers und Wassers verdichtet und nach der Theergrube abfließt; die hier nicht verdichteten Gase gehen dann in den sogenannten Condensator, einen mit vielen, in kaltem Wasser liegenden Röhren versehenen Apparat, in welchem sich fast aller Theer absetzt, und aus diesen in einem mit Kalkmilch gefüllten und einer Quirlverrichtung versehenen Cylinder, wodurch die Kohlensäure und das Schwefelwasserstoffgas aufgenommen wird. Aus diesem Theil des Apparats gehen die gereinigten Gase durch eine um ihre Axe bewegliche Trommel, welche halb in Wasser liegt, in Fächer getheilt ist und durch einen Zeiger die Menge des durchgehenden Gases bestimmt, in die großen Gasometer, die in Wasser stehen. Zur Verbreitung des Gases in die Straßen und Häuser

gehen aus diesen Gasometers Hauptleitungsröhren und aus diesen enge mit Hahnen verschließbare Röhren, an deren Ende die sogenannten Brenner angebracht sind. Durch Oeffnen des Hahnes und Nähern eines brennenden Körpers wird das Gas angebrannt; je nachdem der Hahn mehr oder weniger geöffnet wird, erhält man eine stärkere oder schwächere Flamme.

Die Darstellung des Leuchtgases aus Harzen, Fetten und Oelen unterscheidet sich von der aus den Steinkohlen bloß dadurch, daß die genannten Substanzen im flüssigen Zustand durch eine Röhre nach und nach in einen kirschrothglühenden, mit Coakstücken gefüllten Cylinder treten, wo sie zersetzt werden, das auftretende Gas aber wie das Steinkohlengas gereinigt werden muß. Es unterscheidet sich von letzterem durch seine größere Leuchtkraft.

Wilhelm machte seine Freunde noch darauf aufmerksam, daß alle Flammen, deren wir uns zur Beleuchtung bedienen, auch Gasflammen sind. Wenn nämlich der Docht einer Oellampe oder einer Kerze durch einen brennenden Körper entzündet worden ist, so verwandelt er sich in Kohle; gelangen nun das Oel oder das durch Hitze geschmolzene Fett (Wachs) vermöge der Capillarität des nicht verkohlten Dochtes an die glühende Kohle, so werden sie zersetzt; die Dämpfe und Gase, die dadurch gebildet werden, finden aber sogleich einen brennenden Körper und atmosphärische Luft vor, können daher auch verbrennen, verbreiten Hitze und wirken wieder zersetzend u. s. f., bis alles Leuchtmaterial verzehrt ist.

Die Erscheinungen, welche sich beim Brennen einer Flamme darbieten, kann man sehr leicht beobachten. Wilhelm nahm eine brennende Oellampe, hielt bis in die Mitte derselben horizontal ein enges Drahtnetz und zeigte nun seinen Freunden, daß die Flamme aus drei Theilen bestehe. Der innere am Docht zunächst gelegene Theil ist ganz dunkel; hier tritt der Oeldampf auf; diesen umgibt ein leuchtender Theil; hier verbrennen nämlich die Dämpfe nur theilweise; sie scheiden Kohlentheile ab, welche nun durch die umgebende äußere Flamme, wo die atmosphärische Luft vollkommen Zutritt hat und daher die größte Hitze erzeugt wird, zum Glühen gebracht werden und so das Leuchten der Flamme bedingen; gelangen sie an den äußeren Theil der Flamme, so verbrennen sie vollkommen, verbreiten aber, da die Produkte der Verbrennung bloß gasförmig sind, keine große Helligkeit. Auch durch die chemische Wirkung der Flamme zeigte Wilhelm, daß sie nicht einfacher Natur sei. Er befestigte einen sehr dünnen und schmalen Streifen Kupferblech an einem Glasstab und hielt ihn in die Flamme einer Spirituslampe, nach einiger Zeit lief das Blech bunt an, aber in der Mitte der Flamme konnte man einen Kegel von reiner Kupferfarbe wahrnehmen, der seinen Platz mit der Bewegung des Kupferstreifens veränderte, so daß sich ein schönes Farbenspiel darstellte. Diese Erscheinung wird nämlich dadurch bedingt, daß das Kupfer in der Hitze Sauerstoff anzieht und bunt anläuft; in der inneren Flamme wird aber das gebildete Kupferoxyd wieder reducirt, indem sich der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff des Dampfes

verbindet; bei einer Bewegung des Kupferstreifens wird die reducirende Wirkung auf einen anderen Theil übergetragen und der Theil, welcher nun in den äußern Theil der Flamme kommt, wieder orydirt u. s. f.

Kohlenstoff und Stickstoff.

Auch mit dem Stickstoff kann sich der Kohlenstoff verbinden, aber nicht auf unmittelbare Weise, sondern nur bei Gegenwart eines Stoffes, der zu der neuen Verbindung eine große Anziehungskraft hat. Die Verbindung beider Stoffe, welche Cyan oder Blaustoff genannt wird, behufs der Darstellung eines vielgebrauchten Salzes, geschieht im Großen in den sogenannten Blaufarbenwerken, bei der Bildung des sogenannten blausauren Kali oder Blutlaugensalzes.

Die Beschreibung der Darstellung dieses Salzes gehört eigentlich nicht hieher; Wilhelm glaubte jedoch, daß es zweckmäßig wäre, sie hier zu geben, da sie Aufschluß über die Bildung der oben erwähnten Verbindung gibt und mit den verschiedenen Zersetzungen und Produkten, die stickstoffhaltige Körper in der Hitze geben, zusammenhängt.

In den sogenannten Blaufarbenwerken bezweckt man nämlich die Verbindung von zwei einfachen und einem zusammengesetzten Stoffe, der sich aber wie einfacher Stoff verhält, um das neue Produkt entweder als Handelsartikel oder zur Verfertigung anderer Verbindungen

und die dabei auftretenden Nebenprodukte zu benutzen. Zuerst werden knochenfreie stickstoffhaltige Substanzen in verschlossenen Cylindern verkohlt und die flüchtigen Produkte auf Theer, Salmiak u. s. w. benutzt; der Rückstand ist Kohle, welche aber eine große Menge Stickstoff enthält; diese wird nun zur Darstellung des oben erwähnten Salzes benutzt. Sie wird höchst fein zertheilt und 1—1½ Theil derselben, je nach der Menge des Stickstoffs, den sie enthält, mit einem Theil Potasche und 1½ bis 2 Prozent Hammerschlag (oxydirtes Eisen) innigst vermischt. Um die Anwandlung der Bestandtheile dieses Gemenges zu bewerkstelligen, bringt man es in einen horizontal liegenden eisernen Kessel, deren mehrere neben einander in einem Ofen aufgestellt sind und mit ihrer verschließbaren Oeffnung in der äußeren Wand des Ofens stehen, und erhitzt dann den Kessel nach und nach bis zum Glühen, worauf er verschlossen wird; alle Viertelstunden wird umgerührt, wo beim Oeffnen des Kessels eine lebhafte Flamme hervorschlägt; ist das Gemische im Fluß, so wird so lange gefeuert, bis beim Umrühren keine Flammen mehr ausgestoßen werden, worauf die schmelzende Masse mit eisernen Löffeln in eisernen Pfannen gebracht und der Kessel mit einem frischen Gemisch angefüllt wird. Die Erklärung des hier thätig gewesenen Prozesses ist etwas zusammengesetzt. Die thierische Kohle besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff und Stickstoff, die Potasche aus Kali und Kohlensäure, der Hammerschlag aus Eisen und Sauerstoff; wirken diese Stoffe in hoher Temperatur auf einander, so tritt ein Theil der Kohle an den Sauerstoff des Kali und des Hammerschlags,

reducirt diese Oxyde, und entweicht mit der freigewordenen Kohlensäure, die auch noch Kohlenstoff aufnimmt, als Kohlenoxydgas, welches durch Verbrennung die Flammen erzeugt. So wie aber die Oxyde reducirt sind, bestimmen sie augenblicklich einen anderen Theil Kohlenstoff, sich mit dem vorhandenen Stickstoff und in dieser Zusammensetzung mit beiden Metallen zu verbinden und eine Verbindung zu bilden, welche mit überschüssiger Kohle vermengt bleibt.

Um letztere zu entfernen, wird die noch warme Salzmasse in mit Flußwasser gefüllte Kessel gegeben und erhitzt. Das Salz wird dadurch größtentheils gelöſ't; die Flüssigkeit wird auf einen mit Leinwand ausgelegten Korb gegeben, wo sie ziemlich hell abläuft, und der Rückstand zu wiederholten Malen mit Wasser behandelt. Die Lauge wird in eisernen Pfannen bis zur Krystallisation gebracht, in hölzernen Gefäßen dieser überlassen und die gebildeten Krystalle durch Umkrystallisation gereinigt.

Dieses Salz besteht nun im wasserfreien Zustand aus 1 Mischungsgewicht Eisen, 2 Mischungsgewichte Kalium und 3 Mischungsgewichte Cyan, welches die Stelle des Sauerstoffes vertritt. So wie man aber weder aus Kali noch aus Eisenoxyd Sauerstoff durch bloßes Erhitzen abscheiden kann, so kann man auch das Cyan nicht isolirt aus dieser Verbindung trennen; man muß daher auf gleiche Weise, wie aus der atmosphärischen Luft der Sauerstoff gewonnen werden soll, einen Umweg machen. Man giebt zu einer Auflösung dieses Salzes eine Auflösung eines Eisenoxydsalzes; hierdurch wird ein Umtausch der Bestandtheil eingeleitet; es bildet sich eine

Verbindung von reinem Eisen mit Cyan, während die Schwefelsäure an das durch den Sauerstoff des Eisenoxydes oxydirte Kalium tritt; die erste Verbindung stellt sich als ein schön blauer Niederschlag, als Berlinerblau dar, woher auch der Name des mit dem Eisen verbundenen Stoffes gebildet worden ist. Aber auch hieraus kann das Cyan noch nicht abgeschieden werden; es muß mit einem Metall verbunden sein, welches wiederum ein großes Bestreben hat, isolirt zu bestehen. Das Quecksilber hat diese Eigenschaft, wie Wilhelm seinen Freunden beim Sauerstoff gesagt hatte. Kocht man daher den mit Wasser angerührten Niederschlag mit Quecksilberoxyd, so findet nochmals ein Umtausch der Bestandtheile statt; der Sauerstoff des Quecksilberoxydes tritt an das Eisen des Berlinerblaus und das Cyan an das Quecksilber; letztere Verbindung ist nur in Wasser löslich und daher in der Flüssigkeit enthalten; letztere wird deßhalb eingedampft, worauf beim Erkalten die Verbindung des Quecksilbers mit dem Cyan auskrystallisirt. Diese Verbindung ist es nun, welche im trockenen Zustand in ihre Bestandtheile beim Erhitzen in verschlossenen Gefäßen zerfällt; sie giebt nämlich dabei metallisches Quecksilber und Cyan, welches luftförmig entweicht, farblos ist, einen durchdringenden bittermandelähnlichen Geruch hat und höchst giftig wirkt. Es besteht aus zwei Mischungsgewichten Kohlenstoff und 1 Mischungsgewicht Stickstoff und hat die höchst merkwürdige Eigenschaft, sich, gleich dem früher erwähnten Ammonium, wie ein einfacher Stoff zu verhalten und mit den meisten einfachen Stoffen verbinden zu können, wie schon in der

Verbindung desselben mit Quecksilber und in der Doppelverbindung mit Eisen und Kalium gezeigt worden ist. Es hat besonders die größte Aehnlichkeit mit den Salzzeugern, denn es kann sich, wie diese, sowohl mit Sauerstoff als auch mit Wasserstoff zu eigenthümlichen Säuren verbinden.

Obgleich nun das Cyan wie einige seiner Verbindungen giftig sind, so sind doch diese theils sehr wichtige Heilmittel, andere aber von großem technischen Interesse. Wilhelm konnte hier nur auf die Verbindung aufmerksam machen, die das Cyan mit Wasserstoff bildet, die anderen mußte er bis dahin verschieben, wo er von den anderen Bestandtheilen derselben sprechen würde.

Die Cyanwasserstoffsäure ist gewöhnlich unter dem Namen Blausäure und dann auch gleich nach ihren höchst giftigen Eigenschaften bekannt; diese Säure bildet sich nicht, wenn Cyangas und Wasserstoffgas mit einander in Berührung kommen, sondern wenn beide im Moment des Freiwerdens aus ihren Verbindungen sich gegenseitig vorfinden. Bringt man daher Cyangas und Wasserstoffgas neben einander, so findet keine Veränderung beider statt; läßt man aber zu einer Cyanverbindung eine Wasserstoffverbindung treten, deren anderer Bestandtheil eine größere Verwandtschaft zu dem der Cyanverbindung hat, als das Cyan selbst, so wird das Cyan abgeschieden und verbindet sich mit dem freigewordenen Wasserstoff. Eine solche Wasserstoffverbindung ist nun die bekannte Salzsäure, die aus Chlor und Wasserstoff besteht; wird diese auf Cyanquecksilber gegossen, so bilden sich Chlorquecksilber und

Cyanwasserstoffsäure. Wilhelm aber mochte diese Verbindung nicht darstellen, da sehr leicht Unglücksfälle statt finden können, sondern nur die hauptsächlichsten Eigenschaften derselben angeben.

Sie ist im wasserfreien Zustand farblos, riecht durchdringend stark nach bitteren Mandeln und ist sehr flüchtig. Sie ist in diesem Zustande das heftigste Gift, gegen das nur zuweilen die augenblickliche Anwendung von Chlor oder Ammoniak hilft; schon ihr Dampf oder die Berührung mit einer wunden Stelle bewirkt den Tod. In diesem Zustand hält sie sich aber nicht lange, gleichsam als ob sie ein Gift gegen sich selbst sei. Durch ihre Verbindung mit den Alkalien scheint sie größtentheils ihre giftige Wirkung zu verlieren.

Die Cyanwasserstoffsäure findet sich auch in eigenthümlichen Verbindungen in gewissen Theilen der Pflaumen- und Mandelbäume und scheint dann nicht so giftig zu wirken, wie die auf dem Wege der Kunst gebildete, da man gefunden hat, daß der Mensch wenigstens so viel bittere Mandeln verzehren kann, deren Blausäure im abgeschiedenen Zustand ihn augenblicklich tödten würde.

Die Blausäure kann man in Flüssigkeiten sehr leicht auffinden; vermischt man diese erst mit Kali, wodurch Cyankalium gebildet wird, und dann mit einer Eisenauflösung, so bildet sich ein Niederschlag, der beim Uebergießen mit Salzsäure blau wird, indem das überschüssige Eisenoxyd entfernt wird.

Wilhelm hatte in Vorgehendem seine Freunde mit den hauptsächlichsten und interessantesten Erscheinungen des Kohlenstoffes, Stickstoffes, Wasserstoffes und Sauerstoffes und deren Verbindungen

bekannt gemacht und sich hier deßhalb länger aufgehalten, weil sie diejenigen Stoffe sind, welche zur Existenz der Pflanzen- und Thierwelt unbedingt nothwendig sind und bei ihren Verbindungen mit anderen Stoffen die interessantesten Erscheinungen darbieten. Sie haben im Ganzen unter einander nur wenig Aehnlichkeit; bloß das zuletzt angeführte Cyan, welches aber zusammengesetzt ist, verhält sich dem Sauerstoff ähnlich. Mit einer Reihe von Stoffen, welche sich zwar durch ihr äußeres Ansehen von dem Sauerstoff unterscheiden, aber in ihrem chemischen Verhalten sich diesem sehr ähnlich zeigen, wollte nun Wilhelm in Folgendem bekannt machen. Die Stoffe, welche bis jetzt erörtert worden sind, fanden sich immer im Thier- oder Pflanzenreich in großer Menge vor; dieses ist aber mit den nachfolgenden Stoffen nicht mehr der Fall; diese finden sich in beiden Naturreichen, wenn sie etwa vorhanden sind, nur in geringer Menge vor; ihre eigentliche Quelle ist das Mineralreich; bloß der Phosphor scheint hievon eine Ausnahme zu machen.

Vom Chlor.

Wilhelm brachte in eine kleine Retorte etwas Braunstein und übergoß diesen mit Salzsäure; bald wurde der mit Luft erfüllte Raum der Retorte grünlich gelb gefärbt und ein unangenehmer, stark reizender Geruch wahrnehmbar. Er ließ die Luft, die sich in diesem Prozeß entwickelte, in mit warmem Wasser gefüllte Flaschen steigen, bis der Prozeß beendigt war, und erklärte nun seinen

Freunden, daß das hier auftretende Gas ebenfalls ein einfacher Stoff sei, sich in mancher Beziehung dem Sauerstoff sehr ähnlich verhalte und für die Zwecke der Menschen vielfältig benutzt werde.

Das Auftreten des Chlors bei der Einwirkung von Salzsäure auf Braunstein wird dadurch bedingt, daß letzteres ein sogenanntes Hyperoxyd ist, welches 2 Mischungsgewichte Sauerstoff enthält und diesen an den Wasserstoff der Salzsäure abtritt; das hierdurch frei gewordene Chlor verbindet sich zur Hälfte mit dem Metall des Hyperoxydes, während die andere Hälfte gasförmig entweicht; der Prozeß kann in nachfolgendem Schema versinnlicht werden:



oder $MnO_2 + 2\,HCl = MnCl + Cl + 2\,HO$.

Die Salzsäure ist aber nicht die natürliche Quelle des Chlors, sondern erst eine auf dem Wege der Kunst eingeleitete; die eigentliche Quelle des Chlors ist das Kochsalz, eine Verbindung von Chlor und Natrium, und noch einige andere Verbindungen, welche im Meerwasser enthalten sind; ersteres ist es auch, welches gewöhnlich da zur Gewinnung des Chlors benutzt wird, wo die Salzsäure

nicht wohlfeil ist. Es wird dann mit Braunstein und Schwefelsäure vermengt und gelinder Erwärmung ausgesetzt, wobei es auftritt. In diesem Prozeß wird aber der Sauerstoff des Braunsteins nur zur Hälfte bestimmt, sich mit dem Natrium zu Natron zu verbinden, wodurch das Chlor in Freiheit gesetzt wird, während sich die beiden Oxyde, Manganoxydul und Natron mit der vorhandenen Schwefelsäure zu schwefelsauren Salzen verbinden; der Prozeß kann durch die Formel $NaCl + MnO_2 + 2\,SO_3 = (NaO + SO_3) + (MnO + SO_3) + Cl$ ausgedrückt werden.

Das Chlor kann aber auch, gleich dem Sauerstoff, aus seinen Verbindungen mit den edeln Metallen durch bloßes Erhitzen abgeschieden werden; so geben z. B. Chlorplatin und Chlorgold in der Hitze sämmtliches Chlor ab, Chlorkupfer bloß die Hälfte; die andere Hälfte ist so fest mit Kupfer verbunden, daß bloße Erhitzung nicht im Stande ist, sie zu trennen. An Orten, wo die Salzsäure als Nebenprodukt gewonnen wird, kann man dieses Verhalten des Chlorkupfers benutzen, um Chlor darzustellen; denn wird die beim Erhitzen des Chlorkupfers zurückbleibende Verbindung mit Salzsäure behandelt und eingedampft, so erhält man wieder die chlorreichere Verbindung, welche durch Erhitzen Chlor gibt und so immer wieder benutzt werden kann.

Das Chlor wurde im Jahr 1774 von Scheele entdeckt, aber weder von ihm noch von seinen Nachfolgern bis zu dem Anfange dieses Jahrhunderts als ein einfacher Stoff erkannt; H. Davy wieß aber durch seine Versuche nach, daß das Chlor nicht eine Verbindung

von Salzsäure und Sauerstoff sei, wie angenommen und ihm deshalb der Name „oxydirte Salzsäure" gegeben worden war, sondern unter die Reihe der einfachen Stoffe gehöre.

Das Chlor hat sehr ausgezeichnete Eigenschaften und bietet bei seinen Verbindungen viele interessante Erscheinungen dar, mit denen Wilhelm seine Freunde in Folgendem bekannt machte. Es ist ein grünlich gelbes Gas, welches sich aber von den früher beschriebenen einfachen Gasarten dadurch unterscheidet, daß es sich beim Druck von vier Atmosphären zu einer grünlich gelben Flüssigkeit verdichten läßt; es in den festen Zustand überzuführen, ist jedoch noch nicht gelungen. Es riecht höchst unangenehm und ist für die Respiration ein wahres Gift; es erregt schon in kleinen Mengen der atmosphärischen Luft beigemengt Trockenheit in der Nase, Husten und Beklemmung, und hat gewöhnlich Schnupfen, verbunden mit Kopfweh und einem gelinden Fieber, zur Folge. Hat man daher in Räumen zu arbeiten, wo sich entwickelndes Chlorgas der Luft beimengt, so muß man immer etwas Ammoniakgas auftreten lassen, damit das Chlor unwirksam gemacht werde; hat man aber durch irgend einen Zufall größere Mengen von Chlorgas eingeathmet, so muß man schnell aber vorsichtig Schwefelwasserstoff athmen oder in Räume eilen, wo sich dieses vorfindet, wie z. B. in Pferdeställe. Auch das Genießen von Butter auf Brod und etwas Alkohol oder Rum entfernt oder lindert die Zufälle, die durch das Athmen des Chlors erregt werden, ungemein und der Verfasser kann diese Vorsichtsmaßregel aus eigener Erfahrung empfehlen.

Das Chlorgas ist beinahe 2½ Mal schwerer als die atmosphärische Luft; diese Eigenschaft benutzte Wilhelm, um mehrere Gefässe mit ziemlich trockenem Chlorgas, mit dem er später einige Versuche anstellen wollte, anzufüllen. Er gab in eine Retorte etwas Braunstein und Salzsäure, setzte an den Hals derselben eine knieförmig gebogene Gasleitungsröhre, welche in einem aufrecht stehenden Glas bis an den Boden desselben reichte, und erhitzte dann den Inhalt der Retorte sehr gelinde; so wie der leere Raum des Glases bis oben grünlich gelb gefärbt erschien, wechselte er und verstopfte die nun fast reines Chlor enthaltende Flasche mit einem Stopfen; auf diese Weise füllte er mehrere Flaschen an. Bei dieser Art der Darstellung des Chlorgases ist es aber unbedingt nothwendig, die oben angegebenen Vorsichtsmaßregeln zu benutzen oder dieselbe an einem gut ziehenden Orte vorzunehmen.

Das Chlor lös't sich in Wasser ziemlich leicht; bei gewöhnlicher Temperatur nimmt 1 Maß Wasser 2 Maß Chlorgas auf und bildet eine grünlich gelb gefärbte, stark nach Chlor riechende Flüssigkeit. Deßhalb darf das Chlor nicht über kaltem Wasser aufgesammelt werden, da außer dem Verlust an Chlorgas das mit Chlor gesättigte Wasser einen unerträglichen Geruch für den Experimentator verbreiten würde. Wilhelm goß in eine, auf die vorige Weise mit Chlor gefüllte Flasche ⅓ kaltes Wasser, und schüttelte dann dieselbe tüchtig um, wodurch das Wasser die oben angegebene Färbung erhielt; um nun zu zeigen, daß das Wasser wirklich das Chlorgas absorbirt habe, öffnete er den Stopfen der Flasche unter Wasser;

so wie dieses geschah, sprang auch sogleich ein Strahl Wasser in die Flasche und füllte sie fast gänzlich an, was dadurch bedingt wird, daß durch die Absorption des Chlors ein luftverdünnter Raum gebildet worden war. — Das Chlorwasser entläßt aber bei gelinder Erwärmung sein Chlor; deßhalb kann auch das Chlor, wie es Wilhelm in der ersten Entwickelung gethan hatte, über erwärmtem Wasser aufgesammelt werden.

Das Chlorwasser hat einige merkwürdige Eigenschaften, von denen eine oft im technischen Leben in Anwendung gebracht wird (auf die aber Wilhelm erst zurückkommen wollte, nachdem er das anderweite chemische Verhalten des Chlors erörtert habe). Wird es einer Temperatur von — 2° ausgesetzt, so scheiden sich blaßgelbe Blättchen ab, welche ein Hydrat des Chlors sind und erst bei + 4° wieder in Chlor und Wasser zerfallen. Am Sonnenlicht stellt sich eine andere Erscheinung ein; es entwickeln sich nämlich aus dem Chlorgas eine große Menge Luftblasen, welche sich bei näherer Untersuchung als reines Sauerstoffgas erkennen lassen; ist diese Luftentwickelung beendigt, so hat das Chlorwasser alle seine Eigenschaften verloren und im Wasser ist nur etwas Salzsäure enthalten; das Chlor wirkt nämlich hierbei zersetzend auf einen Theil Wasser; es entzieht ihm Wasserstoff und der abgeschiedene Sauerstoff entweicht. Wegen dieser Eigenschaft muß auch das Chlorwasser, wenn es zur Aufbewahrung bestimmt ist, in dunklen Gefäßen aufbewahrt werden; aber auch hier findet noch eine langsame Umwandlung des Chlorwassers statt, jedoch ohne Entwickelung von Sauerstoffgas,

welches sich wahrscheinlich dann mit einem Theil Wasser zu sogenanntem oxydirtem Wasser verbindet. Ein Goldblättchen wird schnell vom Chlorwasser gelöst.

Das Chlor ist nicht brennbar, aber gleich dem Sauerstoff zündend und zeigt in dieser Beziehung eine größere Wirksamkeit als der Sauerstoff; denn in letzterem entzünden sich nur sehr wenige Stoffe bei gewöhnlicher Temperatur, aber in Chlorgas thun dieses sehr viele Stoffe, wie Wilhelm seinen Freunden in folgenden Versuchen zeigte.

In ein mit Chlorgas gefülltes Glas wurde ein Stück Phosphor gebracht, welches auf einem eisernen, an einem Draht befestigten Schälchen lag; so wie der Phosphor und das Chlor mit einander in Berührung kamen, entzündete sich der Phosphor und brannte mit blaßgrünlichem Licht.

Auf eine andere mit Chlorgas gefüllte Flasche wurde mittels eines durchbohrten Korkes ein Trichter gesetzt, dessen Oeffnung mit einem passenden Glasstäbchen verschlossen war und etwas feingepulvertes Antimonmetall enthielt. So wie der Glasstab gehoben wurde, damit etwas Antimon in die Flasche fallen konnte, bildete sich eine Art Feuerregen, der oft wiederholt werden konnte.

Auf gleiche Weise können noch mehrere andere Metalle, die sich bei gewöhnlicher Temperatur entweder gar nicht oder nur sehr langsam und dann ohne Lichtentwickelung mit dem Sauerstoff verbinden, in Chlorgas zur Entzündung gebracht werden, wie z. B. Kalium, Arsenik, Wismuth, Zink u. dgl.

Ueberhaupt wirkt das Chlor im Ganzen mächtiger als der Sauerstoff, denn es zersetzt sogar viele Verbindungen des Sauerstoffs, indem es an dessen Stelle in Verbindung tritt und Sauerstoffgas in Freiheit setzt. Eine schon durch Einwirkung des Lichtes stattfindende Zersetzung einer Sauerstoffverbindung, des Wassers, findet in dem Chlorwasser statt, wie Wilhelm seinen Freunden schon beim Chlorwasser angegeben hatte.

Diese Eigenschaft des Chlors, den Wasserstoff so mächtig anzuziehen, macht es zu einem der nutzbarsten Stoffe; denn es entzieht jenen Stoff nicht allein aus seiner Verbindung mit Sauerstoff, sondern auch denen mit Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; sind diese Verbindungen farbig, wie z. B. die Farbstoffe, so werden sie zugleich entfärbt, und hierauf beruht die sogenannte Chlorbleiche oder Schnellbleiche.

Um hievon ein Beispiel zu geben, brachte Wilhelm ein Stück blaues Lakmuspapier in das Chlorwasser, worin es augenblicklich entfärbt wurde; ein gleicher Erfolg, nur langsamer, fand statt, als er eine rothe Rose in das Wasser brachte. Da aber das reine Chlorwasser für die Arbeiter zu belästigend ist, so verwendet man jetzt größtentheils eine der Chlorverbindungen, welche durch irgend ein passendes Agens das Chlor nur langsam in Freiheit setzen, zur Bleicherei; gewöhnlich wird die unter dem Namen Chlorkalk bekannte Verbindung hiezu verwendet und Wilhelm verschob alle Einzelnheiten über Bleicherei bis dahin.

Das Chlor hat noch die höchst wohlthätige Eigenschaft, den unangenehmen Geruch der in Fäulniß übergetretenen Substanzen zu vernichten; hat sich der Geruch der Luft mitgetheilt, so ist nur wenig Chlorgas nöthig, um ihn völlig zu entfernen. Auch diejenigen bis jetzt noch nicht erkannten Substanzen, welche in der Luft enthalten sind und ansteckende Krankheiten erzeugen, werden durch das Chlor vollkommen zerstört und unwirksam gemacht. Zu diesen Zwecken läßt man das Chlor nur sehr langsam auftreten, damit es auf die Menschen nicht nachtheilig wirke. Ein Gemische von Schwefelsäure, Kochsalz und Braunstein oder Salzsäure und Braunstein wird in die zu reinigenden Räume gebracht und sich selbst überlassen; schon bei gewöhnlicher Temperatur wirken diese Substanzen auf einander und entwickeln Chlor, welches sich dann der umgebenden Luft mittheilt, ohne die darin befindlichen Menschen sehr zu belästigen. Wegen der energischen Wirkung des Chlors auf Metalle müssen alle metallenen Gegenstände entfernt werden.

Es ist daher sehr zweckmäßig, in allen Anstalten, wo thierische Substanzen aufbewahrt oder verarbeitet werden, von Zeit zu Zeit Chlorräucherungen vorzunehmen, damit die besonders in wärmeren Jahreszeiten sich entwickelnden unangenehmen Gerüche, welche selbst auf die Menschen schädlich wirken können, entfernt werden. Auch das Waschen solcher Gegenstände mit Chlorwasser, mit welchen mit ansteckenden Krankheiten behaftete Thiere in Berührung gekommen sind, vernichtet die Ansteckungsfähigkeit derselben.

Die Verbindungen, welche das Chlor mit den einfachen Stoffen bildet, entsprechen fast immer den Verbindungen des Sauerstoffes mit denselben Stoffen, so daß man fast durchgehends annehmen kann, ein Stoff verbindet sich mit Chlor oder Sauerstoff in denselben Verhältnissen, und bildet der Sauerstoff mehrere Verhinderungsverhältnisse mit einem Stoff, so bildet auch das Chlor die entsprechenden Verbindungen mit demselben Stoff. Hat man daher gefunden, daß sich 1 Mischung Eisen mit 1 oder auch 1½ Mischungsgewicht Sauerstoff oder 1 Mischung Platin mit 1 oder 2 Mischungsgewichten Sauerstoff oder 1 Mischungsgewicht Chrom mit 1½ oder 3 Mischungsgewichten Sauerstoff verbindet, so kann man sicher annehmen, daß sich genannte Stoffe auch mit den entsprechenden Mischungsgewichten Chlor verbinden. Diese Verbindungen, wenigstens die mit den Metallen, unterscheiden sich aber von den Oxyden dadurch, daß sie größtentheils flüchtig sind und mit Ausnahme zweier, eines Chlorquecksilbers und des Chlorsilbers, in Wasser theils unzersetzt löslich sind, theils dabei eine partielle Zerlegung erleiden. Sie werden im Allgemeinen, analog den Oxyden, Chloride genannt; finden aber mehrere Verbindungsverhältnisse statt, so werden sie mit den Multiplis des Chlors bezeichnet, z. B. Einfachchloreisen und Anderthalbchloreisen, Anderthalbchlorchrom und Dreifachchlorchrom u. s. w.

Wilhelm hatte nun noch seine Freunde mit den wichtigsten Verbindungen des Chlors mit den bis jetzt abgehandelten Körpern, und den Eigenschaften jener bekannt zu machen.

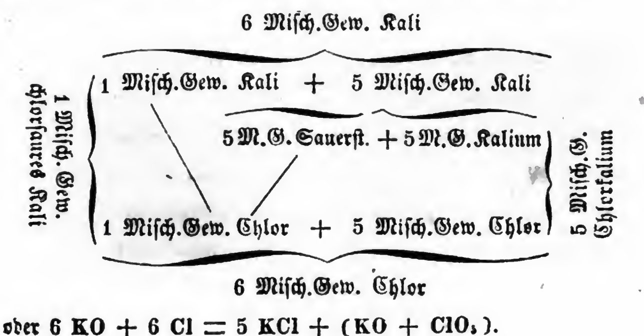
Chlor und Sauerstoff.

Das Chlor verbindet sich mit dem Sauerstoff in drei verschiedenen Verhältnissen, aber bloß auf mittelbare Weise, zu drei sauren Produkten, von denen zwei ein technisches Interesse haben.

1) Chlorige Säure. Wilhelm brachte in eine mit Chlorgas gefüllte Flasche Quecksilberoxyd, welches mit 12 Theilen Wasser angerührt war, und schüttelte die verschlossene Flasche tüchtig um; das Quecksilberoxyd wurde rothbraun und die überstehende Flüssigkeit schwach gelblich gefärbt, während die Flasche vollkommen frei von Chlor wurde. Das Quecksilberoxyd wird nämlich zum Theil umgeändert; es gibt nämlich einen Theil Sauerstoff an einen Theil Chlor ab, und bildet mit diesen eine Verbindung von gleichen Mischungsgewichten Chlor und Sauerstoff, und nimmt statt des abgeschiedenen Sauerstoffs Chlor auf, welches sich mit dem unzersetzten Quecksilberchlorid zu in Wasser unlöslichem basischen Quecksilberchlorid verbindet; die chlorige Säure löſ't sich in Wasser und kann ans diesem durch trockenen salpetersauren Kalk, welcher sehr begierig das Wasser anzieht, als eine gasförmige Substanz abgeschieden werden. Diese Verbindung ist aber nicht sehr fest; schon bei gelinder Erwärmung zersetzt sie sich unter Explosion und Lichtentwickelung; denn so wird sie durch viele Substanzen, wie Schwefel, Phosphor und mehrere Metalle, ja selbst durch Fließpapier unter Explosion zersetzt, und es ist daher sehr gefährlich, mit ihr zu experimentiren. In ihren an basische Oxyde gebundenen Zustand ist sie etwas fester verbunden, besonders

wenn die Basis etwas im Ueberschuß vorhanden ist, und bildet dann die sogenannten Bleichsalze, welche für die Bleicherei von größtem Interesse sind und von denen besonders die Verbindungen von Kali, Natron und Kalk in Anwendung genommen werden, deren Eigenschaften, Anwendung und Wirkungsweise jedoch erst bei den betreffenden Basen beschrieben werden soll.

2) Chlorsäure. Wilhelm leitete durch eine Auflösung von Kali so lange Chlorgas, als dieses noch absorbirt wurde; hierbei bilden sich zwei salzartige Produkte, nämlich chlorsaures Kali und Chlorkalium, indem 6 Mischungsgewichte Kali auf die Weise zersetzt werden, daß 5 Mischungsgewichte desselben ihr Metall an 5 Mischungsgewichte Chlor abgeben und die 5 frei gewordenen Mischungsgewichte Sauerstoff sich mit 1 Mischungsgewicht Chlor zu 1 Mischungsgewicht Chlorsäure verbinden, welche sich sogleich mit dem sechsten Mischungsgewicht Kali zu chlorsaurem Kali vereinigt; der Prozeß kann durch folgendes Schema ausgedrückt werden:



oder $6\ KO + 6\ Cl = 5\ KCl + (KO + ClO_5)$.

Das chlorsaure Kali krystallisirt leichter als das Chlorkalium und kann durch Umkrystallisiren gereinigt werden. Dieses Salz hat nur Interesse; wird die Säure abgeschieden, so kann man sie nur bis zu einem gewissen Punkt von Wasser befreien und sie entzündet dann in diesem Zustand Papier. Das chlorsaure Kali ist der wirksame Bestandtheil der Schwefelhölzer; seine weiteren Eigenschaften zu beschreiben verschob Wilhelm bis zu den Kalisalzen.

Wird chlorsaures Kali in Schwefelsäure gebracht, so bildet sich noch eine andere Chlorsäure, die auf 1 Mischungsgewicht Chlor 7 Mischungsgewichte Sauerstoff enthält, aber gar kein technisches Interesse hat; übrigens ist diese Operation wegen der gleichzeitigen Bildung von chloriger Säure, welche entweicht und sich sehr leicht unter den heftigsten Explosionen zersetzt, sehr vorsichtig vorzunehmen.

Chlor und Wasserstoff.

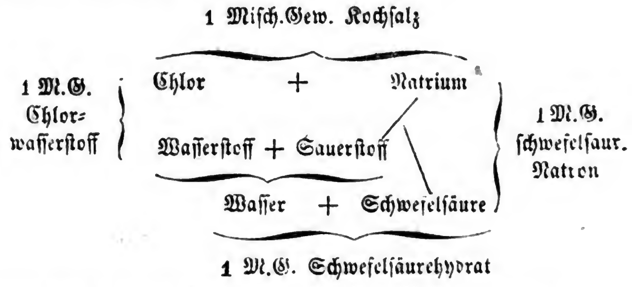
Schon bei dem Chlorwasser hatte Wilhelm seinen Freunden gesagt, daß sich das Chlor sehr leicht mit dem Wasserstoff verbinde und ihn sogar aus dem Wasser und anderen Verbindungen anziehe; aber auch, wenn beide in gasförmigen Zustand zusammen kommen, können sie sich unter gewissen Umständen verbinden. Wilhelm brachte ein Gemenge von gleichen Raumtheilen Chlorgas und Wasserstoffgas unter eine lichtdichte Decke, wo sich keine Veränderung wahrnehmen ließ; als er aber die Vorrichtung auf einem Brett an das Sonnenlicht brachte und die Decke wegnahm, erfolgte eine Explosion

und das Glas wurde weit in die Höhe getrieben; die Ursache hievon ist, daß sich beide Gasarten durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen verbinden und eine eigenthümliche saure Substanz, die Chlorwasserstoffsäure, bilden. Diese Substanz bildet sich auch durch Glühen beider Gasarten. Sie hat in technischer Beziehung ein großes Interesse, da sie in Wasser gelös't die vielgebrauchte Salzsäure darstellt.

Salzsäure.

Wilhelm brachte in eine Retorte etwas Kochsalz und Schwefelsäure und erhitzte den Inhalt der Retorte, an welche durch eine Gasleitungsröhre eine Vorlage mit etwas Wasser angelegt war, mit einer Lampe. Hier zeigten sich ähnliche Erscheinungen wie bei der Darstellung der Salpetersäure; der Inhalt der Retorte blähte sich auf und weiße Dämpfe stiegen über, welche sich in dem vorgeschlagenen Wasser schnell verdichteten, bis zuletzt der Inhalt der Retorte fest wurde. In diesem Prozeß war nun weder Chlor noch Schwefelsäure übergegangen, sondern die oben erwähnte Verbindung des Chlors mit Wasserstoff, welche sich dadurch gebildet hat, daß das Natrium des Kochsalzes den Sauerstoff des Wassers der Schwefelsäure anzog und sich in diesem oxydirten Zustand mit letzterer verband, während der freigewordene Wasserstoff sogleich auch freiwerdendes Chlor vorfand und in diesem Entstehungsmoment sich mit ihm zu Chlorwasserstoff verband, welcher als Gas übergetrieben und von dem vorhandenen Wasser mit großer Schnelligkeit absorbirt

wurde. Der hier thätig gewesene Prozeß kann durch nachstehendes Schema versinnlicht werden:



oder $NaCl + (SO_3 + HO) = (NaO + SO_3) + HCl$.

Diese Operation wird an verschiedenen Orten im Großen vorgenommen, um entweder die Salzsäure oder das schwefelsaure Natron als Hauptprodukt zu erzielen. Wo letzteres der Fall ist, tritt so viel Salzsäuregas auf, daß dieses nicht immer aufgesammelt wird.

Das salzsaure Gas ist farblos, riecht stechend sauer und erregt heftigen Husten, daher es immer an einem gut ziehenden Ort dargestellt werden muß; an der Luft raucht es, indem es sich mit dem in dieser enthaltenen Wasserdampf verbindet. Nur durch einen sehr starken Druck läßt es sich zu einer Flüssigkeit verdichten. Es ist weder brennbar noch athmenbar und wirkt auch auf die Vegetation sehr nachtheilig; denn als früher an einigen Orten das salzsaure Gas, welches bei der Bereitung des schwefelsauren Natrons als Nebenprodukt auftrat, in die Luft entlassen wurde, war es auf

einen großen Umkreis dem Wachsthum der Pflanzen äußerst schädlich. Bringt man es mit Metalloxyden zusammen, so bilden sich Chlormetalle und Wasser, indem sich die Bestandtheile austauschen, was zuweilen unter Lichtentwickelung geschieht. Durch diejenigen Metalle, welche das Wasser zersetzen, wird es ebenfalls zersetzt, indem Chlormetalle unter Abscheidung von Wasserstoffgas gebildet werden; durch Kohle, Sauerstoffgas oder Glühhitze wird es nicht zersetzt; bloß der elektrische Funken zersetzt es theilweise.

Da es sich sehr begierig in Wasser löst, so ist damit das Mittel geboten, tropfbare Salzsäure darzustellen; denn das Wasser kann 73% von diesem Gas absorbiren und damit eine sehr mächtige Säure bilden, die für alle technische Zwecke concentrirt genug ist und ein specifisches Gewicht von 1,21 hat. Die gewöhnliche, im Handel vorkommende Säure hat zwar dieses specifische Gewicht, enthält aber immer mehr oder weniger fremde Beimengungen, wie Schwefelsäure, schwefelsaures Natron, Chloreisen, Chlorgas und schwefelige Säure, und ist durch hineingefallene organische Substanzen braun gefärbt. Von diesen Beimengungen läßt sich die Salzsäure nicht so gut reinigen, wie es bei der Salpetersäure geschehen kann; zu den meisten technischen Zwecken ist sie jedoch brauchbar. Will man reine Salzsäure haben, so muß man eisenfreies Kochsalz mit Schwefelsäure in einem gläsernen Apparat behandeln und das salzsaure Gas in destillirtes Wasser leiten; da aber bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf das Kochsalz immer ein Spritzen stattfindet, so enthält das übergehende Gas etwas Schwefelsäure

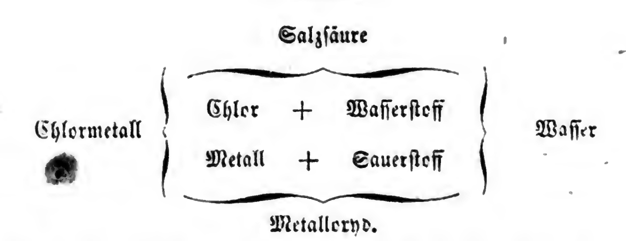
und schwefelsaures Natron, welches sich in dem Wasser ebenfalls lös't. Um die Salzsäure hievon zu befreien, wird sie nochmals über 1/12 ihres Gewichtes Kochsalz abdestillirt.

Diese so bereitete Säure ist dann farblos und stößt im concentrirten Zustand weiße, sehr stechend riechende Nebel aus, indem sie aus der Luft das Wasser anzieht. Sie hat einen sehr sauren, ätzenden, etwas bitterlichen Geschmack und wirkt auf vegetabilische, weniger auf thierische Substanzen zerstörend, und dann auch nur im concentrirten Zustand. Diese Eigenschaft benutzt man auch, um die Gallerte oder den Leim der thierischen Knochen zu gewinnen. Letztere bestehen nämlich der Hauptsache nach aus phosphorsaurem Kalk und Gallerte; werden sie in mit dem Doppelten ihres Gewichtes Wasser verdünnte Salzsäure gelegt, so lös't sich im Verlauf von 8 bis 12 Tagen der phosphorsaure Kalk in der Salzsäure auf und die Gallerte bleibt in der Form der Knochen als eine beinahe durchsichtige und biegsame Substanz zurück, die durch Einlegen in fließendes Wasser von der anhängenden Salzsäure befreit und dann auf Leim benutzt werden kann. Wird die saure Flüssigkeit mit einer Auflösung des rohen kohlensauren Ammoniaks, wie es durch Faulen des Harnes oder bei der trockenen Destillation gewonnen wird, vermischt, so fällt der phosphorsaure Kalk nieder und in der Auflösung ist Salmiak enthalten, welcher auf die oben beim Ammoniak angegebene Weise weiter gereinigt werden kann.

Auf Kartoffelstärkmehl wirkt die nicht sehr concentrirte Säure schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzend, wobei sich ein starker

Geruch nach Ameisen verbreitet; eine gleiche Erscheinung bietet zwar auch die Waizenstärke dar, aber erst wenn sie mit der Säure erwärmt wird; es ist daher die Salzsäure ein gutes Erkennungsmittel, um die Verfälschung der Waizenstärke oder auch des Waizenmehls mit Kartoffelstärkmehl nachzuweisen; denn auch in diesem vermischten Zustand verbreitet letzteres noch den Ameisengeruch, wenn das Mehl mit Salzsäure angerührt wird, ohne daß Erwärmung nothwendig wäre.

Die tropfbare Salzsäure verhält sich gegen die Metalle und Metalloxyde wie das Chlorwasserstoffgas; sie dient daher zu sehr vielen technischen Arbeiten, theils um Metalle, theils um Metalloxyde zu lösen. Aber hier bilden sich nicht, wie bei der Salpetersäure, Salze, welche aus einer Basis und Salpetersäure, also aus zwei zusammengesetzten Körpern bestehen, sondern eine eigenthümliche Art von Salzen, die im Allgemeinen Haloidsalze genannt werden, d. h. salzähnliche Salze, welche nicht wie jene aus zwei zusammengesetzten Körpern, sondern bloß aus zwei einfachen Körpern bestehen und in diesem Falle Chloride genannt werden. Es wird nämlich bei der Einwirkung der Salzsäure auf Metalle, wenn diese gelös't werden, der Wasserstoff der Säure abgeschieden und entweicht als solcher, während sich das Chlor mit dem Metall verbindet und in diesem Zustand in Wasser lös't. Wirkt die Salzsäure auf Metalloxyde lösend, so tritt ein Umtausch der Bestandtheile ein; es wird Chlormetall und Wasser gebildet, wie man sich durch nachstehendes Schema versinnlichen kann:



Die Eigenschaft der Salzsäure, Metalloxyde zu lösen, wird benutzt, um angelaufene, d. h. mit einer dünnen Lage von Oxyd bedeckte Metalle zu reinigen oder auch andere in Salzsäure leicht löslichere Metalle zu entfernen, wie dieses z. B. beim Zinklöthen oder beim Reinigen der mit Zinn überzogenen kupfernen Gefäße der Fall ist.

Die Salzsäure zeichnet sich dadurch aus, daß sie mit Blei-, Silber- oder Quecksilberoxydullösungen weiße Niederschläge giebt, die durch Ammoniak leicht unterschieden werden können, wie Wilhelm seinen Freunden schon beim Ammoniak gesagt hatte; wegen dieser Eigenschaft können aber auch die genannten Lösungen wieder zur Auffindung der Salzsäure benutzt werden, selbst wenn diese ihren Wasserstoff abgegeben hat und ihr Chlor mit einem Metall verbunden ist; denn in den oben angegebenen Fällen ist nur das Chlor die Ursache der Fällung. Will man daher eine verdächtige Flüssigkeit auf Salzsäure prüfen, wie z. B. rothen Wein oder Essig, denn beide werden oft mit dieser Säure vermischt, um in ersterem Fall eine schönere Farbe hervorzubringen, im anderen Fall der Flüssigkeit einen größern Säuregehalt mitzutheilen, so muß man berücksichtigen, daß diese Flüssigkeiten an und für sich Chloride enthalten

können und man dann immer Niederschläge erhalten würde, und daß auch die vorhandenen Farbstoffe meist mit den Oxyden der obengenannten Metalllösungen Niederschläge geben, welche die wirklich zu erwartenden Niederschläge verbergen können. Werden aber diese Flüssigkeiten abdestillirt, so weit, daß der Rückstand in der Retorte anfängt, sich zu zersetzen, und die letzten Antheile des Destillats mit den oben angegebenen Metallauflösungen vermischt, so entdeckt man die geringsten Beimengungen von freier Salzsäure, welche dem Wein oder Essig zugesetzt worden war.

Wilhelm hatte nun noch von einer Flüssigkeit zu sprechen, deren Wirksamkeit er seinen Freunden augenblicklich durch den Versuch zeigen konnte. Er brachte in ein Glas etwas Salzsäure, in ein anderes etwas Salpetersäure und in jede dieser Säuren ein Goldblättchen; in beiden blieb letzteres unverändert, so wie er sie aber zusammengoß, lös'ten sich die Goldblättchen und nur eine sehr kleine Menge einer weißen flockigen Substanz blieb zurück. Die Ursache dieser Erscheinung ist folgende: das Gold ist in beiden Theilen für sich unauflöslich; werden sie aber zusammengegossen, so wirkt die Salpetersäure auf die Salzsäure eben so wie der Braunstein auf diese Säure wirkt; ein Theil des Sauerstoffs des ersteren entzieht der Salzsäure den Wasserstoff und macht das Chlor frei, welches nun im Moment seines Freiwerdens auf das vorhandene Gold lösend wirkt; enthält letzteres Silber, so wird dieses als Silberchlorid abgeschieden; durch nachstehendes Schema kann man den Erfolg versinnlichen:

2 Misch.Gew. Salzsäure

2 M.G. Wasser { 2 M.G. Wasserstoff + 2 M.G. Chlor, wird frei
2 M.G. Sauerstoff + 1 M.G. salpetr. Säure, wird frei

1 Misch.Gew. Salpetersäure

oder $2\ HCl + NO_5 = 2\ HO + NO_3 + 2\ Cl$.

Dieses Gemische beider Säuren ist schon längst wegen der Eigenschaft, Gold zu lösen und Silber als Chlorsilber abzuscheiden, unter dem Namen Goldscheidewasser, und weil es überhaupt das Gold, welches von den alten Chemikern der König der Metalle genannt wurde, unter dem Namen Königswasser bekannt. Es dient noch ferner zur Lösung aller derjenigen einfachen Stoffe und Verbindungen der zweiten Ordnung, wie z. B. der Schwefelmetalle, welche sich in keiner der beiden Säuren lösen und zur Darstellung aller derjenigen Chloride, welche im Maximum das Chlor enthalten sollen, denn beim Lösen der Metalle in Salzsäure bilden sich nur die niedrigeren Verbindungsstufen des Chlors mit den Metallen. Hauptsächlich wird es beim Lösen des Goldes, Platins und Zinns angewendet; in sehr verdünntem Zustand kann es auch vermöge seines Chlorgehaltes zum Bleichen der Seide angewendet werden.

Oefters wird es auch auf die Weise dargestellt, daß man in Wasser gelös'tes Kochsalz oder salzsaures Ammoniak mit zwei bis drei Theilen Salpetersäure vermischt und das zu lösende Metall in die Mischung gibt; ein Theil der Salpetersäure wirkt dann auf diese

Salze zersetzend, er entwickelt Salzsäure und bildet salpetersaures Natron oder Ammoniak, während die freigewordene Salzsäure mit dem anderen Theil Salpetersäure Königswasser bildet; da aber die Salpetersäure zum Theil verloren geht und sie selbst theurer ist als die freie Salzsäure, so ist dieses Verfahren unpraktisch und nur da von Vortheil, wo das vorhandene neu gebildete Salz zur Erhaltung der neuen Chlorverbindung beiträgt, wie z. B. beim Lösen des Zinns in einem Gemisch von Salmiak und Salpetersäure, wo das vorhandene Ammoniaksalz die Zersetzung des Chlorzinns durch Wasser verhindert und gegen die oxydirende Wirkung des atmosphärischen Sauerstoffs schützt.

Chlorammonium.

Wilhelm goß nach und nach zu Ammoniakwasser so lange Salzsäure, bis weder das rothe noch das blaue Lakmuspapier verändert wurde; die Flüssigkeit schmeckte dann nicht mehr sauer oder laugenhaft, hatte ihren Geruch verloren und einen stechend salzigen Geschmack erhalten. Die Ursache dieser Erscheinung ist, daß sich beide Substanzen zu einem im Wasser löslichen Salz, salzsaurem Ammoniak, oder, da Wasserstoffsäuren keine wahren Salze bilden, das Ammoniak im Salzbildungsprozeß erst in Ammonium durch den Wasserstoff der Salzsäure verwandelt wird und das Chlor sich dann mit diesem verbindet, zu Chlorammonium vereinigen, denn $H_3 N + HCl = H_4 N + Cl$ oder $H_4 NCl$.

Dieses Salz ist auch unter dem Namen Salmiak bekannt und Wilhelm hatte seinen Freunden schon bei dem Ammoniak von der Gewinnung derselben gesprochen; es wurde zuerst von den Egyptiern aus dem Ruß des gebrannten Kameelmistes, also auch auf dem Wege der trocknen Destillation gebildet, durch Sublimation geschieden, und erst im Verlauf des vorigen Jahrhunderts ist die Darstellung dieses Salzes in Europa vorgenommen worden. Dieses Salz findet sich in vulkanischen Ländern fertig gebildet als Rinde oder Beschlag auf Laven oder in verschiedenen anderen Formen in Höhlungen vulkanischer Gebilde und ist dann wohl erst ein Erzeugniß des vulkanischen Prozesses.

Dieses Salz kommt meist in derben Kuchen von faserigem Gefüge in den Handel, es lös't sich in seinem gleichen Gewicht kochenden Wasser und krystallisirt aus der Auflösung beim langsamen Erkalten in Octaëdern oder federartigen, biegsamen Krystallen, welche Salmiakblumen genannt werden. Der Salmiak verflüchtigt sich in der Hitze vollkommen; bleibt hierbei ein Rückstand, so ist er unrein, gewöhnlich mit Glaubersalz oder Kochsalz verunreinigt, was leicht daran erkennt wird, daß man den beim Glühen bleibenden Rückstand in Wasser lös't und einen Theil der Lösung mit salpetersaurem Silber prüft wo sich bei Gegenwart von Kochsalz ein weißer Niederschlag bildet, der in Ammoniak löslich ist, und einen anderen Theil der Flüssigkeit mit salzsaurem Baryt prüft, welcher bei Gegenwart von Glaubersalz einen weißen in allen Säuren unlöslichen Niederschlag verursacht. Uebrigens kann auch schwefelsaures

Ammoniak dem Salmiak beigemengt sein, was man daran erkennt, daß man den in einer Röhre durch Erhitzen erhaltenen Sublimat von Salmiak in Wasser lös't und mit salzsaurem Baryt prüft; bildet sich ein Niederschlag, so ist schwefelsaures Ammoniak vorhanden.

Im technischen Leben findet der Salmiak wenig Anwendung; er dient hauptsächlich zur Darstellung des Salmiakgeistes; ferner wird er gebraucht, um beim Löthen die Metallflächen zu reinigen, um für die Färberei die Zinnanflösungen haltbarer zu machen und zur Fällung des Platins aus seinen Auflösungen mit andern Metallen, wo er das geeignetste Fällungsmittel für die Reindarstellung des Platins ist; denn er gibt mit Chlorplatin ein in Wasser sehr schwer lösliches Doppelsalz, den bekannten Platinsalmiak, welcher im trocknen Zustand beim Glühen reines Platin in schwammiger Beschaffenheit zurückläßt. Die größte Anwendung findet der Salmiak in der Medicin.

Chlorstickstoff.

Diese Verbindung ist nicht von technischem Interesse und Wilhelm erwähnte sie hier nur wegen der Gefahr, die bei seiner Bildung für den Arbeiter eintritt. Wird nämlich Chlorgas durch eine Ammoniaklösung geleitet, so scheidet sich Stickstoffgas ab und Salmiak wird gebildet, wobei zugleich Feuererscheinung stattfindet; durch

die chemische Formel $4\,H_3\,N + 3\,Cl = 3\,H_4\,NCl + N$ kann man sich den Bildungs= und Ausscheidungsprozeß versinnlichen. Dieser Theil der Operation hat gar keine Gefahr; wird aber dann noch mehr Chlorgas durch die Flüssigkeit geleitet, so entzieht dieses dem Salmiak Wasserstoff und bildet dann Salzsäure, während der freiwerdende Stickstoff sich mit einem Theil Chlor zu einer gelblichen, ölartigen Flüssigkeit verbindet, die zu Boden sinkt und durch Erwärmung, Schütteln oder Berührung mit Schwefel, Phosphor, Arsenik, Baumöl u. s. w. unter den heftigsten Explosionen, die mit der Zerschmetterung der Gefäße verbunden ist, wieder in Chlor und Stickstoff zerfällt. Diese Verbindung bildet sich nun nicht allein bei der Behandlung des Ammoniaks oder Salmiaks, sondern auch aller anderer Ammoniaksalze mit vielem Chlorgas und muß berücksichtigt werden. Sollte sie sich durch irgend einen Zufall in einem chemischen Prozeß auftreten, so muß der Arbeiter das Laboratorium verlassen und einige Tage es nicht wieder betreten; in dieser Zeit hat sich die Verbindung entweder plötzlich oder langsam wieder zersetzt. Wegen ihrer furchtbaren Wirkungen wird sie auch H ö l l e n ö l genannt; sie besteht aus einem Mischungsgewicht Stickstoff und 3 Mischungsgewichten Chlor und ihre Bildung kann durch die Formel $H_4\,NCl + 6Cl = 4HCl + NCl_3$ versinnlicht werden; eine ähnliche Verbindung bildet auch das Jod, die aber in ihren Wirkungen nicht so kräftig ist; **Wilhelm** versprach seinen Freunden, sie bei der Beschreibung des Jodes anzugeben und zu bereiten.

Mit dem Kohlenstoff verbindet sich das Chlor ebenfalls in verschiedenen Verhältnissen, aber nicht auf unmittelbare Weise; eine dieser Verbindungen zeichnet sich dadurch aus, daß sie krystallisirt und campherartig riecht, deßhalb auch künstlicher Campher genannt wird.

Unter dem Einfluß des Sonnenlichtes verbindet sich das Kohlenoxydgas mit Chlor zu einer gasförmigen sauren Verbindung.

Die Verbindung des ölbildenden Gases mit dem Chlor hat Wilhelm seinen Freunden schon bei diesem Gas selbst angegeben. Alle diese Verbindungen haben kein technisches Interesse.

Vom Brom.

Dieser Stoff bietet für die Technik gar Nichts dar, wenigstens steht seiner Anwendung das geringe Vorkommen desselben entgegen. Es wurde in dem Jahr 1826 in der Seesalzmutterlauge des südlichen Frankreichs von Bâlard entdeckt und ist nachher in vielen anderen Mutterlaugen aufgefunden worden. Es scheint, wenn auch in geringer Menge, ein beständiger Begleiter des Chlors zu sein und unterscheidet sich von diesem dadurch, daß es bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist, eine schwarzrothe Farbe hat, sehr unangenehm riecht, woher es auch den Namen hat, organische Körper bloß vorübergehend dunkelgelb färbt und dann erst bleicht und sich leicht in Alkohol, Aether und Oelen löst; in Wasser löst es sich nur wenig, färbt dieses aber stark roth; diese Lösung färbt das in

Wasser angerührte Stärkmehl pomeranzenfarben. In seinen Verbindungen mit den anderen Stoffen verhält es sich ganz dem Chlor analog. — Wilhelm zeigte in einem Versuch, daß das Brom in Salinen-Mutterlauge sich leicht nachweisen lasse. Er goß zu einer solchen Lauge etwas Chlorwasser, schüttelte sie tüchtig um und goß dann Aether darauf; nach dem nochmaligen Umschütteln scheidete sich der Aether mit gelbrother Farbe ab, welche durch die Lösung des durch das Chlor in Freiheit gesetzten Broms bedingt ist.

Vom Jod.

Auch dieser Stoff bietet nur wenig Interessantes für das technische Leben dar; es ist ebenfalls ein Begleiter des Chlors und wurde im Jahr 1812 von Courtois entdeckt. Besonders häufig findet es sich in mehreren Seestrandgewächsen, wo es bei dem Vegetationsprozeß aus dem Seewasser aufgenommen worden ist; es ist auch in einigen Mineralien aufgefunden worden. Man erhält es im Großen aus der Mutterlauge, welche erhalten wird, wenn obengenannte Pflanzen eingeäschert, die Asche mit Wasser behandelt und die Flüssigkeiten der Krystallisationen überlassen werden, durch Vermischen mit Schwefelsäure und Erhitzen in großen Retorten oder mit Vorlagen verbundenen Ballons. Die Mutterlauge enthält Schwefelmetalle und Chlor-Jodmetalle aufgelös't; durch die Behandlung mit Schwefelsäure wird fürerst Schwefelwasserstoff, Jodwasserstoff und Chlorwasserstoff entwickelt, welche sogleich auf einander umbildend

wirken und Jod abscheiden, welches sich in der kühl gehaltenen Vorlage in kleinen Krystallen verdichtet; durch Waschen mit Wasser, Pressen zwischen Fließpapier, nochmaliges Waschen mit sehr schwacher Lauge und Sublimation wird es gereinigt.

Das Jod sieht einem blättrigen Metall sehr ähnlich, riecht dem Chlor ähnlich und schmeckt kratzend scharf; in der Hitze schmilzt es und verwandelt sich in einen schönen dunkelvioletten Dampf, was Wilhelm seinen Freunden zeigte, indem er in einer zugeschmolzenen Glasröhre eingeschlossenes Jod unter einer Spirituslampe erhitzte, wo sich sogleich die schönen Dämpfe, woher es auch seinen Namen hat, darstellten. Es lös't sich etwas in Wasser und theilt diesem eine hellbraune Farbe mit; wird diese Lösung auf etwas gewöhnliche Stärke gegossen, so wird letztere je nach der Concentration des Jodwassers schwarzblau bis röthlichblau gefärbt und man benutzt daher sowohl die Stärke zur Erkennung des Jods, so wie umgekehrt das Jod zur Auffindung der Stärke, worüber Wilhelm seinen Freunden einige Versuche zeigte.

Er kochte etwas Stärkmehl mit Wasser, vermischte die kalte Auflösung mit etwas der früher auf Brom untersuchten Mutterlauge und goß dann Chlorwasser auf die Flüssigkeit; bald zeigte sich ein pomeranzenfarbener Ring und unter diesem ein dünner veilchenblauer; in der oberen Schicht hatte daher das Brom, in der untern Schicht das Jod vorwaltend auf die Stärke färbend gewirkt.[1]

[1] Das Brom und Jod sind gewöhnlich in den Mutterlaugen an Magnium und Kalium gebunden; wird die Lauge mit Chlorwasser

Auf eine quer durchgeschnittene Kartoffel brachte Wilhelm einige Tropfen Jodwasser, wodurch die Stellen, wo die Stärkmehlkörnchen liegen, schön blau gefärbt wurden.

Dieses Verhalten des Jodwassers kann man benutzen, um manche Betrügereien zu entdecken. So wird z. B. manchmal neue Leinwand, um ihr ein recht dichtes Ansehen zu geben, mit einem dünnen Ueberzug von Stärkekleister versehen und dann geglättet; um dieses zu entdecken, ist ein Tropfen Jodwasser hinreichend, welcher sogleich einen schönen blauen Fleck hervorbringt. Ebenso wird auch Papier mit einem Stärkekleister überzogen, um es recht glatt zu machen; dies kann man ebenfalls durch Jodwasser erkennen. Der Verfasser schreibt dieses eben auf ein Papier, welches von Jodwasser gebläut ward und deshalb mit Stärke geglättet sein muß. Will man erfahren, ob die Weißwäsche durch Gummi oder durch Stärkmehl gesteift worden ist, so ist ebenfalls nur das Jodwasser nothwendig, denn dieses wirkt nicht auf Gummi.

In seinem chemischen Verhalten ist das Jod dem Chlor ganz ähnlich; er verbindet sich mit dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff gleich diesem. Die Verbindung mit letzterem, der Jodstickstoff,

vermischt, so wird das Brom und Jod abgeschieden und zur Reaktion auf Stärkmehl tauglich gemacht, denn gebundenes Brom und Jod wirkt nicht auf die Stärke. Uebrigens enthalten nicht alle Mutterlaugen diese beiden Stoffe, und wenn sie wirklich vorhanden sind, so gehört zu diesem sehr belehrenden Versuch einige Uebung, um beide Ringe zum Vorschein zu bringen; wird das Chlorwasser schnell zugemischt, so tritt je nach dem Vorwalten des Jods oder Broms nur die blaue oder orange Färbung auf.

oder auch Knalljod genannt, stellte Wilhelm dar, um seinen Freunden die explodirenden Wirkungen desselben zu zeigen; er digerirte Jod mit etwas Ammoniak, wobei sich nach einiger Zeit ein dunkelbraunes Pulver abschied; die braun gefärbte Flüssigkeit goß er ab, das im Wasser unlösliche Pulver spülte er einige Mal mit Wasser ab und brachte es dann in ganz kleinen Portionen auf einen großen Bogen Filtrirpapier; als er hierauf einzelne Portionen etwas über der Flamme erwärmte oder nicht zu stark mit einem harten Körper berührte, explodirten dieselben ziemlich stark; die übrigen Portionen riß er von einander und warf sie in der Stube herum, wo sich dann nach einiger Zeit beim Umhergehen kleine Verpuffungen einstellten.

Das Jod unterscheidet sich vom Chlor besonders in seinem Verhalten gegen die schweren Metalle, mit welchen es meist sehr schönfarbige, im Wasser unlösliche Verbindungen gibt, von denen sich besonders die mit Blei und Quecksilberoxyd auszeichnen und die Wilhelm seinen Freunden darstellte.

In eine Auflösung von Bleizucker (essigsaurem Blei) goß er eine Auflösung von Jodkalium, wodurch ein schön gelber Niederschlag gebildet wurde; als sich dieser abgesetzt hatte, goß er die überstehende Flüssigkeit ab, übergoß ihn mit Essigsäure und erhitzte das Ganze über der Flamme einer Spirituslampe, wobei der Niederschlag verschwand; beim Erkalten stellte er sich aber wieder ein und zwar in den glänzendsten goldähnlichen Flitterchen.

In eine Quecksilberchloridlösung brachte er ebenfalls Jodkaliumlösung, wodurch sich ein prächtig feuerrother Niederschlag einstellte; diese letztere Farbe wird auch als Kattunfarbe benutzt.

In beiden Prozessen bilden sich Jodmetalle; das essigsaure Bleioxyd wird so zersetzt, daß sich das Blei mit dem Jod und die Essigsäure mit dem durch den Sauerstoff des Bleioxyds oxydirten Kalium zu essigsaurem Kali verbindet. Das Quecksilberchlorid besteht aus gleichen Mischungsgewichten Chlor und Quecksilber; bei der Berührung mit Jodkalium verbindet sich das Jod mit dem Quecksilber und das Chlor mit dem Kalium.

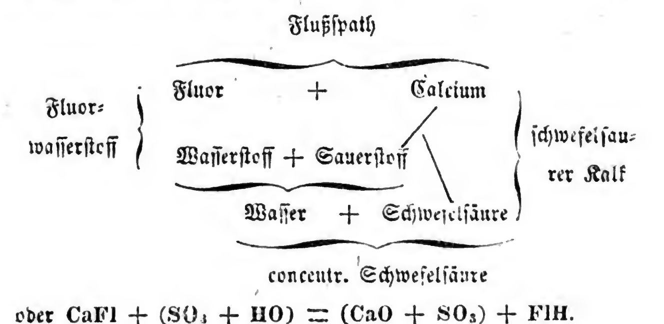
Brom und Jod verbinden sich unter einander, so wie jedes auch mit Chlor.

Vom Fluor.

Im Jahr 1670 machte ein Nürnberger Namens Schwanhard auf mit einem Grund überzogenen und bezeichneten Glastafeln Zeichnungen auf dieselben mittels der Dünste, welche sich beim Berühren von Schwefelsäure mit Flußspath entwickeln, ohne die Natur derselben zu kennen. Erst 100 Jahre später entdeckte Scheele, daß sich hierbei eine eigenthümliche Säure entwickele, welche er Flußspathsäure nannte.

Diese Säure wird rein erhalten, wenn in einem Gefäß von Platin oder Blei mit dergleichen Vorlage 1 Theil Flußspath, welcher frei von anderen Beimengungen und pulverisirt sein muß,

mit 3 bis 3½ Theilen concentrirter Schwefelsäure übergossen und dann alle Oeffnungen bis auf eine kleine an der Vorlage gut verschlossen werden; wird hierauf das Gemisch erwärmt, so entwickeln sich Dämpfe von Flußspathsäure, welche sich in der mit Eis abgekühlten Vorlage verdichten. Der Prozeß ist derselbe, wie er bei der Bildung des Chlorwasserstoffgases stattfindet; der Flußspath besteht nämlich aus Fluor und Calcium und der Prozeß kann durch nachstehendes Schema ausgedrückt werden:



oder $CaFl + (SO_3 + HO) = (CaO + SO_3) + FlH$.

Die Säure, wie sie so erhalten wird, ist daher kein einfacher Körper, wie es auch die Salzsäure nicht ist, aber man kennt bis jetzt noch nicht das Fluor im isolirten Zustand, wie man das Chlor kennt und hat bloß aus der Analogie seiner Verbindungen mit denen des Chlors geschlossen, daß es ein einfacher Stoff sei: sucht man dasselbe gleich dem Chlor zu isoliren, so wirkt es auf die Substanz der Gefäße lösend und tritt in Verbindung mit andern Stoffen auf.

Die Flußspathsäure ist im reinen Zustand sehr flüchtig und siedet schon bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft; sie raucht stark an der Luft und wirkt höchst schädlich auf Lunge und Haut, da sie schnell schmerzhafte Eiterung erregt. Gegen die Metalle und deren Oxyde verhält sie sich wie die Chlorwasserstoffsäure, nur noch kräftiger; sie bildet mit den Metallen Fluoride, die in ihrer Zusammensetzung den Oxyden und Chloriden entsprechen, aber alle bis Ausnahme des Flußspaths kein technisches Interesse haben. Sie dient zum Glasätzen und wird hierzu entweder in ihrem mit Wasser verdünnten Zustand oder als Dampf verwendet.

Wilhelm zeigte im Allgemeinen seinen Freunden das dabei zu befolgende Verfahren: er bedeckte eine Glastafel mit gewöhnlichem Aetzgrund, radirte dann mittels einer Nadel die Zeichnung in den Grund und setzte dann die Platte mit dem Grund nach unten auf eine Schale von Blei, in welche er fein gepulverten Flußspath und Schwefelsäure gab. Er ließ beide Substanzen bei gewöhnlicher Temperatur auf einander wirken, wobei sich schon der Fluorwasserstoff bildet und entwickelt, um diesen auf die durch die Nadel bloßgelegten Stellen der Tafel recht gleichförmig wirken zu lassen; nach einiger Zeit nahm er die Tafel ab, brachte die Schale, woraus sich noch viele stechend riechende Dämpfe entwickelten, an einen gut ziehenden Ort, und reinigte dann die Tafel mit Terpentinöl, worauf eine vollkommene Zeichnung zum Vorschein kam, die matt war. Hätte er verdünnte Flußspathsäure auf die Tafel, welche

dann die mit einem Rand von Wachs eingefaßt sein muß, gegossen, so wäre die Zeichnung polirt aber nicht so gut sichtbar geworden.

Der Prozeß der Aetzung durch Fluorwasserstoffsäure wird dadurch bedingt, daß das Fluor eine große Anziehungskraft zu Kalium und Silicium hat; beide machen im oxydirten Zustand die Hauptmasse des Glases aus, nämlich als kieselsaures Kali; die Fluorwasserstoffsäure wird zersetzt, indem ihr Radikal sich mit dem Kalium und Silicium zu Fluorsiliciumkalium, und der Wasserstoff mit dem freigewordenen Sauerstoff verbindet; wird die Aetzung mit dampfförmiger Säure vorgenommen, so bleibt die genannte Verbindung auf den zersetzten Stellen des Glases liegen und verursacht eine matte Zeichnung, wird sie aber mit wässeriger Säure vorgenommen, so wird obige Verbindung weggespült und die Zeichnung erscheint polirt.

Vom Schwefel.

Dieser seit den ältesten Zeiten bekannte und vielfach in Anwendung kommende Stoff findet sich zwar in allen drei Naturreichen, jedoch nur im Mineralreich in bedeutender Menge, theils rein oder nur mit anderen Stoffen vermengt, theils mit Metallen verbunden, theils im oxydirten Zustand und an Basen und in letzterem Falle besonders an Kalk gebunden, als Gyps. Leider läßt sich der Schwefel aus seinem oxydirten Zustand nicht wieder abscheiden und sein Vorkommen in dem weit verbreiteten Gyps ist für diesen Zweck unpassend; jedoch sind seine Verbindungen mit den

Metallen und sein Vorkommen in mit andern Substanzen gemengten Zustand so häufig, daß dadurch ohne Noth der ganze Bedarf an Schwefel gedeckt werden kann. In vulkanischen Gegenden findet er sich sehr häufig, so wie auch im Uebergangskalk und Steinsalz führenden Gebirgsarten in schönen gelben Krystallen.

Die Reinigung des natürlichen Schwefels von seinen erdigen Beimengungen ist sehr einfach; er wird in drei Fuß hohen, an der Mündung mit einer seitwärtsgebogenen irdenen Röhre versehenen Tiegeln, deren mehrere in einem Ofen sind, erhitzt und der sich entwickelte Schwefeldampf in eine seitwärts tieferstehende, oben verschlossene, unten offene und über einem Gefäß mit Wasser stehende Vorlage geleitet, wo er sich verdichtet und in das Wasser abtropft. Durch Umschmelzen wird der so erhaltene Rohschwefel von den mit übergerissenen erdigen Stoffen gereinigt, und wenn diese sich abgesetzt haben schöpft man ihn ab und gießt ihn in angefeuchtete hölzerne Formen, wo er dann den Stangenschwefel darstellt.

Unter den Schwefelmetallen ist es vorzüglich der Schwefelkies, eine Verbindung von einem Mischungs-Gewicht Eisen und zwei Mischungs-Gewichten Schwefel, welcher sich zur Gewinnung des Schwefels eignet. Wird dieses Erz, welches sich in großen Mengen vorfindet, in verschlossenen Gefäßen erhitzt, so gibt es $^2/_3$ seines Schwefels ab, der in Dampfform entweicht, in Condensationsgefäßen aufgesammelt und dann nochmals gereinigt wird. Es kann diese Operation in Röhren und Retorten, oder in eigends dazu eingerichteten Oefen mit absteigenden Condensatoren unter theilweiser

Verbrennung des Schwefels vorgenommen werden. Der Rückstand, oder die sogenannte Schwefelabbrände werden dann auf Eisenvitriol benutzt.

Eine jetzt sehr beliebte Form des Schwefels ist die höchst feinpulverige, die aber nicht durch mechanisches Zerkleinern, sondern durch eine möglichst schnelle Verdichtung des Schwefeldampfes in lufterfüllten, abgeschlossenen Räumen bewerkstelligt wird. Der Schwefel wird in gußeisernen Kesseln, die mittels eines steinernen Rauchfangs mit einer steinernen verschließbaren Kammer von etwa 5000 Kubikfuß Inhalt in Verbindung stehen, in Dampf verwandelt, wobei er sich anfangs durch die Gegenwart von Sauerstoff entzündet, bald aber wieder verlöscht; der Dampf vermengt sich mit der zum Theil entsauerstofften Luft in der Kammer, verdichtet sich als ein feines Pulver und fällt, mit etwas schwefeliger Säure vermischt, nieder. Auf diese Weise können bei der angegebenen Größe der Kammer 12 Stunden hintereinander stündlich ein Centner Schwefel zu sogenannten Schwefelblumen verarbeitet werden, worauf eine zwölfstündige Abkühlung der Kammer gestattet wird.

Der Schwefel ist krystallisirbar und findet sich natürlich zuweilen in Rhambenoktaëdern; durch Lösen in Schwefelalkohol und Verdunsten erhält man ihn in derselben Form; wird er aber bis zum Schmelzen erhitzt, der Erkaltung überlassen, bis sich eine Decke gebildet hat, diese durchgestoßen und der noch flüssige Schwefel abgegossen, so findet man die innere Seite der Schwefelwand voll schöner, langer Prismen, die sich einander durchkreuzen. Er ist citronengelb

und durchsichtig, oder blaßgelb und undurchsichtig und hat einen schwachen Geruch und Geschmack. Der Stangenschwefel knistert in der Hand und zerberstet dabei zuweilen, was durch die Ausdehnung der einzelnen Krystalle bedingt wird. Wilhelm gab jedem seiner Freunde ein Stück Schwefel in die Hand, wobei diese bald ein eigenthümliches, abgebrochen knisterndes Geräusch wahrnahmen, und auch einige der Stücke zersprangen. Der Schwefel schmilzt bei 111° und kocht bei ungefähr 400°, wobei er sich in Dampf verwandelt; aber zwischen diesen beiden Graden findet sich eine eigenthümliche Erscheinung des schmelzenden Schwefels ein, die Wilhelm seinen Freunden zeigte. Er erhitzte in einer Glasröhre ein Stück Schwefel, wo er sich bald in eine dünnflüssige, citronengelbe Flüssigkeit verwandelte, die beim Abgießen in kaltes Wasser sogleich wieder zu einer festen citronengelben Masse erstarrte. Nun erhitzte er abermals ein Stück Schwefel, aber weiter als zu seiner Schmelzung nothwendig war; die Flüssigkeit wurde aber dadurch nicht dünnflüssiger, sondern dickflüssiger und brauner (bei 160°) und endlich ganz zäh und braun (bei 250°); als sie Wilhelm in diesem Zustand in Wasser brachte, wurde sie nicht fest, sondern sie blieb weich und braungelb und ließ sich in Fäden ausziehen; nach einem oder zwei Tagen wird der Schwefel erst wieder fest und hellgelb. In dem weichen Zustand wird er zu Abdrücken von Münzen benutzt. — Wird der Schwefel an der Luft erhitzt, so verbrennt er mit blauer Flamme unter Verbreitung eines erstickend wirkenden Gases, welches auch nicht das Verbrennen unterhält. Deßhalb wird auch

brennender Schwefel zur Löschung brennender Rauchfänge benutzt, indem man ihn in seinen an Fäden oder Papier befestigten Zustand (als Schwefelfäden oder Schwefelpapier, auch mit Schwefel überzogene Leinwand) anbrennt und an die untere Oeffnung des brennenden Rauchfanges hält; das sich bildende Gas durchstreicht den Rauchfang und löscht den Brand. Da dieses Gas höchst erstickend wirkt, so kann man es auch zur Tödtung der Raupen an den Bäumen gebrauchen, indem man mit Schwefel überzogene Leinwand an eine lange Stange befestigt, den Schwefel anbrennt und unter die Raupennester hält, deren lebender Inhalt dadurch augenblicklich getödtet wird. Diese Vertilgungsmethode ist weit zweckmäßiger, als die gewöhnliche, da man allenthalben hinkommen kann und nicht die Aeste abzuschneiden nothwendig hat.

Der Schwefel verbindet sich mit Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Chlor u. s. w. und mit allen übrigen einfachen Stoffen, theils auf direktem, theils auf indirektem Weg; die Verbindungen mit den Metallen entsprechen meist den Sauerstoffverbindungen und sind, wie diese, theils von basischer, theils von saurer Natur. Die direkte Verbindung des Schwefels mit den Metallen findet gewöhnlich mit Feuerentwickelung statt, wie Wilhelm seinen Freunden in zwei Versuchen zeigte.

Er gab in eine Glasröhre ein Stück Schwefel und über dieses ein Stück zusammengedrehten feinen Eisendraht; durch zwei Lampen erhitzte er jeden dieser beiden Stoffe; so wie sich der Schwefel in Dampf verwandelte, erglühte der Eisendraht und verwandelte sich

in eine schwarze, schlackige Masse. — Auf gleiche Weise verfuhr er mit Schwefel und zusammengewickeltem Kupferdraht, wobei derselbe Erfolg eintrat.

Der Schwefel lös't sich nicht in Wasser, etwas in Alkohol und Aether, leicht in erhitzten Oelen, Alkalien, Schwefelalkohol u. a. Die Lösung des Schwefels in erhitztem Leinöl, welche unter dem Namen Schwefelbalsam bekannt ist, wird von den Töpfern zur Darstellung eines Goldüberzuges auf Töpferwaaren benutzt. Wilhelm löś'te etwas Schwefel in Kalilauge auf, wodurch er eine braungelbe Flüssigkeit erhielt, aus der man aber durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure den Schwefel als ein graulich weißes Pulver wieder abscheiden und durch Schmelzen zu gelbem Schwefel vereinigen kann. Dieser graulich weiße Niederschlag ist in den Apotheken unter dem Namen Schwefelmilch als Arzneimittel vorräthig.

Der Schwefel ist sehr oft arsenikhaltig und dieses macht ihn zur Darstellung vieler Präparate untauglich. Wilhelm wollte seine Freunde mit einer einfachen Methode bekannt machen, wie sich diese sehr gefährliche Substanz leicht entdecken lasse. Er vermengte einen Theil Schwefel mit vier Theilen reinem Salpeter und brachte dieses Gemenge nach und nach in einen glühenden Tiegel, wobei jedesmal eine schwache Verpuffung und starke Lichterscheinung stattfand. Hier wird durch den Sauerstoff der Salpetersäure sowohl der Schwefel, als das Arsenik in Säure verwandelt, welche sich mit dem Kali verbinden und in Wasser lösliche

Salze bilden. Die mit einigen Tropfen Salzsäure sauer gemachte Auflösung vermischte er mit Schwefelwasserstoffgas, wodurch ein gelber Niederschlag verursacht wurde, welcher Schwefelarsenik ist, und sich in auf diese Weise behandelten arsenikfreien Schwefel nicht eingestellt haben würde. Daß er wirklich Schwefelarsenik sei, konnte Wilhelm seinen Freunden nicht eher nachweisen, als bis er sie mit den Eigenschaften dieser Verbindung selbst bekannt gemacht hätte. Da der Schwefel oft zum Aufhellen des trüben Weines benutzt wird, indem man mit Schwefel überzogene Papierstreifen, sogenannten Einschlag, anbrennt und in den leeren Weinfässern verbrennen läßt (schwefeln), worauf der Wein auf die Fässer gefüllt wird, so muß ein solcher Schwefel erst auf Arsenik untersucht werden, damit der Wein nicht vergiftet werde, denn beim Verbrennen des Schwefels verbrennt das Arsenik ebenfalls und bildet eine höchst giftige Substanz, welche sich dann in dem Wein auflös't. Andere unschädlichere Beimengungen des Schwefels oder der sogenannten Schwefelblumen sind leicht nachzuweisen: so enthalten oft die Schwefelblumen viel Wasser; man braucht dann nur eine bestimmte Gewichtsmenge bei der Temperatur des kochenden Wassers auszutrocknen und den Gewichtsverlust zu bestimmen; werden dann die so getrockneten Schwefelblumen oder der Stangenschwefel so lange in einem Porcellantiegel erhitzt, bis aller Schwefel verbrannt ist, so gibt eine Rückstand erdige Beimengungen zu erkennen. Die Schwefelblumen enthalten immer etwas Säure beigemengt, die man dadurch erkennt, daß man sie mit Wasser schüttelt, und das Wasser mit Lakmuspapier

prüft, die dann durch Waschen mit Wasser entfernt werden kann.

Außer den hier im Verlauf schon angegebenen Verwendungsarten dient der Schwefel noch zur Darstellung der Schwefelfäden und Schwefelhölzer, zur Erzeugung der schwefeligen Säure, zur Fabrikation des Schießpulvers, mehrerer Schwefelmetalle, zu Kitten, und sehr häufig als ein geschätztes Arzneimittel.

Schwefel und Sauerstoff.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff in vier verschiedenen Verhältnissen zu sauren Verbindungen, von denen jedoch nur eine auf unmittelbarer Weise erhalten werden kann, und nur zwei von technischem Interesse sind.

Schwefelige Säure.

Das beim Verbrennen des Schwefels an der Luft sich bildende Gas ist eine Verbindung von gleichen Gewichtstheilen Schwefel und Sauerstoff, oder von einem Mischungs-Gewicht Schwefel und zwei Mischungs-Gewichten Sauerstoff und wird in diesem mit Stickstoffgas vermengten Zustand zu mehreren Zwecken benutzt. Um aber schwefelige Säure im flüssigen Zustand zu erhalten, muß man sie durch Zersetzung der Schwefelsäure oder durch Verbrennen des

Schwefels in Sauerstoff, was entweder in reinem Sauerstoffgas, oder durch Erhitzen eines Gemenges von Schwefel und Braunstein geschehen kann, darstellen. Erstere und letztere Methode zeigte Wilhelm seinen Freunden.

Er gab in eine kleine Retorte, an deren Hals eine knieförmig gebogene Gasleitungsröhre angesetzt war, Kupferdrehspähne und Schwefelsäure, erhitzte dann den Inhalt der Retorte und ließ das sich entwickelte Gas in ein mit Wasser gefülltes Glas gehen, wo es sich, nachdem alle atmosphärische Luft ausgetrieben war, vollkommen lös'te. In diesem Prozeß wird die Schwefelsäure theilweise zersetzt; ein Theil derselben gibt ein Mischungs-Gewicht Sauerstoff an das Kupfer ab, um das Bestreben des andern Theils, sich mit einem basischen Oxyd zu verbinden, befriedigen zu können und die 1/3 ihres Sauerstoffes beraubte Schwefelsäure tritt als schwefelige Säure auf. Zu technischen Zwecken wird statt des Kupfers die wohlfeilere Kohle oder Sägespähne zu gleichem Zweck benutzt, da die dabei zugleich gebildet werdende Kohlensäure von keinem schädlichen Einfluß auf das Bleichen mit schwefeliger Säure ist.

In eine Glasröhre gab Wilhelm ein Gemische von einem Theil Schwefel mit sieben Theilen Braunstein, erhitzte den Inhalt und ließ seine Freunde den Geruch des sich entwickelnden Gases untersuchen, den sie ganz gleich mit dem des verbrennenden Schwefels fanden; auch lös'te sich das Gas vollkommen in Wasser und das Wasser erhielt alle die Eigenschaften, die das im vorigen Prozeß

erhalten hatte. In diesem Prozeß gibt der Braunstein, welcher aus einem Mischungs=Gewicht Mangan und zwei Mischungs=Gewichten Sauerstoff besteht, letzteren an ein Mischungs=Gewicht Schwefel ab, während sich ein Mischungs=Gewicht Schwefel mit dem Mangan verbindet.

Das schwefelsaure Gas läßt sich bei einem starken Druck und bei niedriger Temperatur zu einer Flüssigkeit verdichten, welche schon bei — 10° kocht und beim Vermischen mit Wasser dieses sehr abkühlt, beim Verdunsten für sich aber eine Temperaturerniedrigung von — 57° bewirkt, weßhalb sie auch zur Erregung hoher Kältegrade benutzt wird. Das Gas wird, wie Wilhelm schon seinen Freunden gezeigt hatte, in großer Menge von Wasser aufgenommen; ein Maß Wasser verschluckt 44 Maß gasförmige schwefelige Säure und Alkohol das 116fache seines Volumens. Das Gas, wie das damit geschwängerte Wasser wirkt auf die Pflanzen= und Thierstoffe bleichend, indem sich die Säure entweder mit dem Farbstoff verbindet und eine farblose Verbindung darstellt oder den Farbstoff gänzlich zerstört oder auch nur demselben eine andere Nüance ertheilt. Diese drei verschiedene Wirkungen zeigte Wilhelm seinen Freunden durch nachfolgende Versuche:

Eine blühende rothe Rose übergoß er mit schwefelsaurem Wasser, wodurch sie, wie von dem Chlorwasser bald gänzlich gebleicht wurde. Diese Bleichung ist aber verschieden; denn als Wilhelm das schwefelsaure Wasser abgoß und nun sehr verdünnte Schwefelsäure auf die Rose gab, wurde diese wieder schön roth,

während die mit Chlorwasser gebleichte weiß blieb. Es ist also hier nur eine farblose Verbindung des Farbstoffes mit der schwefeligen Säure gebildet worden, welche durch die Schwefelsäure wieder zersetzt wurde.

Zu einer Abkochung des Fernambuks goß Wilhelm etwas schwefelsaures Wasser; hier fand aber keine Bleichung statt, sondern der Farbstoff wurde zersetzt und in bräunlichen Flocken abgeschieden.

Zu einem Cochenillaufguß gab Wilhelm ebenfalls etwas schwefelsaures Wasser; hier fand ein von beiden früheren Versuchen abweichender Erfolg statt, nämlich die hochrothe Farbe der Flüssigkeit wurde in eine gelbrothe verwandelt, ohne daß sich etwas abschied.

Die Eigenschaft der schwefeligen Säure, mehrere Farbstoffe gänzlich zu entfärben, wird nun auch zu diesem Zweck benutzt; man bedient sich dazu des Gases, welches sich beim Verbrennen des Schwefels in atmosphärischer Luft bildet und bewirkt dieses in den sogenannten Schwefelkammern, in welchen die zu bleichenden Gegenstände in mit Wasser befeuchteten Zustand aufgehängt werden. Da aber die Bleichung hier nur stellenweiß geschieht, so ist es zweckmäßiger, sie in schwefelsaurem Wasser vorzunehmen. Auf diese Weise können Seide, wollene Garne, Tuche, Casimir, Darmsaiten, Badeschwämme, Stroh- und Holzgeflechte, Knochengallerte und fleckiges Tischzeug gebleicht werden.

Die schwefelige Säure wirkt auch auf mehrere oxydirte Substanzen sauerstoffentziehend; sie dient deßhalb zur Desoxydation der Chromsäure, der Selensäure, und bei der Fabrikation der Schwefelsäure wird diese Eigenschaft sehr im Großen in Anwendung gebracht. Sie selbst wird bei diesen Wirkungen in Schwefelsäure verwandelt.

Das schwefelsaure Gas ist weder athmenbar, noch unterhält es das Verbrennen, und diese Eigenschaften sind es, die die früher von Wilhelm angegebenen Erfolge beim Löschen der brennenden Rauchfänge und der Vertilgung der Raupen durch brennenden Schwefel bedingen. Man tödtet Insekten, die für Sammlungen bestimmt sind, mit diesem Gas, wodurch sie aber oft ihre Farbe verlieren, weßhalb die Kohlensäure vorzuziehen ist. Zur Vertilgung der Wanzen wird sie ebenfalls angewendet; wobei man aber aus den Räumen alle Stoffe entfernen muß, die durch die Umbildung der schwefeligen Säure in Schwefelsäure Schaden erleiden könnten. Die schwefelige Säure wird auch in Dampfform bei Ausschlagkrankheiten, wie Krätze u. s. w. benutzt.

Die schwefelsauren Salze haben kein technisches Interesse, man hat das schwefelsaure Natron oder Kali, erhalten durch Einleiten des schwefelsauren Gases in die Lösungen der kohlensauren Salze, empfohlen zur Bleichung, indem sie in ihrem mit vielem Wasser vermischten Zustand durch Schwefelsäure langsam zersetzt und die zu bleichenden Gegenstände in die Flüssigkeit getaucht werden sollen. Sie sind aber dazu nicht sehr geeignet, indem sie leicht Sauerstoff anziehen und sich in schwefelsaure Salze verwandeln.

Daß die schwefelige Säure wirklich in irgend einer Flüssigkeit enthalten ist, kann man dadurch nachweisen, und Wilhelm wieß es auch nach, wenn man sie mit einer Auflösung eines Silbersalzes in Berührung setzt; das Silberoxyd wird reducirt und der Sauerstoff von der schwefeligen Säure aufgenommen, wodurch sie in Schwefelsäure verwandelt wird, die leicht erkannt werden kann.

Schwefelsäure.

Diese Säure bildet sich nicht auf unmittelbarer Weise aus schwefeliger Säure und Sauerstoff, sondern nur in Gegenwart eines dritten Körpers, z. B. von Wasser oder erhitztem Platinschwamm, wobei die schwefelige Säure noch ein Mischungsgewicht Sauerstoff aufnimmt. In der Natur findet sie sich in großer Menge vor, aber meist im gebundenen Zustand.

Diese Säure, welche zur Darstellung fast aller anderen Säuren und vieler Präparate benutzt wird, gewinnt man im Großen auf zwei verschiedene Weisen, indem entweder seine Verbindung mit Eisenoxyd zersetzt, oder schwefelige Säure mit Wasser, Salpetergas und atmosphärischem Sauerstoffgas in Berührung gesetzt wird, wobei man auch zwei verschiedene Arten von Schwefelsäure, nämlich in erstem Fall eine rauchende, im anderen Fall eine nicht rauchende Schwefelsäure erhält und sie unter diesem Namen in Handel bringt.

Die rauchende Schwefelsäure wird aus dem Eisenvitriol, daher sie auch **Vitriolöl** heißt, auf folgende Weise gewonnen. Der Eisenvitriol, eine Verbindung von Eisenoxydul, Schwefelsäure und Wasser, wird an der Luft calcinirt, wodurch der größte Theil des Wassers entfernt und das Oxydul in Oxyd verwandelt wird und in irdenen Retorten anfangs gelinde erhitzt, wobei eine sehr wässerige Schwefelsäure auftritt; so wie sich weiße Dämpfe entwickeln, werden frische etwas Wasser enthaltende Vorlagen luftdicht angesetzt und dann nach und nach das Feuer verstärkt, bis keine Schwefelsäure mehr auftritt.

Die so erhaltene Schwefelsäure ist bräunlichgelb, ölartig und dickflüssig, von 1,86 — 1,92 specifischem Gewicht und raucht stark an der Luft. Die Ursache dieser Erscheinung ist ein Gehalt von wasserfreier Schwefelsäure, welche sich leicht verflüchtigt und aus der Luft begierig Wasser anzieht. Um diese abzuscheiden, wird das Vitriolöl bei sehr gelindem Feuer in einer Retorte, die mit einer durch Eis abgekühlten Vorlage verbunden ist, erhitzt, wobei Nebel übergehen und sich bald asbestartige, farblose Krystalle abscheiden, welche wasserfreie Schwefelsäure sind. Sie schmilzt bei + 18°, bildet an der Luft weiße Nebel und verbindet sich mit wenig Wasser, unter Feuererscheinung. Diese Säure hat die merkwürdige Eigenschaft, mit Schwefel eine blaue Verbindung zu geben.

Die nicht rauchende Schwefelsäure wird in großen Bleikammern dargestellt, in welchen schwefelige Säure, Stickstoffoxydgas, atmosphärische Luft und Wasserdämpfe auf einander wirken. Die beiden ersteren werden dadurch hineingebracht, daß die Kammer mit

einem Verbrennungsofen in Verbindung steht, auf welchem der Schwefel verbrannt wird, über dem ein gußeiserner Cylinder mit einem Gemenge von 8% Salpeter und 5% Schwefelsäure gestellt wird. Beim Verbrennen des Schwefels bildet sich schwefelige Säure und durch die Hitze des brennenden Schwefels wird aus dem Gemische von Salpeter und Schwefelsäure Salpetersäure entwickelt, welche durch die schwefelige Säure zu Stickstoffoxydgas reducirt wird; beide treten in die Kammer, deren Boden mit schwacher Schwefelsäure bedeckt ist und vermischen sich mit der atmosphärischen Luft, wodurch das Stickstoffoxydgas in salpetrige Säure, diese aber wieder durch die schwefelige Säure in Stickstoffoxydgas verwandelt wird u. s. f. Zugleich läßt man von Zeit zu Zeit Wasserdampf in die Kammer treten, wodurch die gebildete Schwefelsäure verdichtet wird und zu Boden fällt; öfters wird ein Luftwechsel gegeben, damit die entsauerstoffte Luft entweichen kann. Die am Boden sich sammelnde Säure wird von Zeit zu Zeit abgezapft, wobei darauf geachtet wird, daß ihr specifisches Gewicht nicht über 1,5 und nicht unter 1,35 ist, denn im ersten Fall würde sie zu viel salpetrige Säure, im anderen Fall zu viel schwefelige Säure absorbiren, dann in Bleipfannen bis zu einem specifischen Gewicht von 1,7 und zuletzt in Glas- oder Platingefäßen bis zu einem specifischen Gewicht von 1,85 verdampft.

Die so erhaltene Säure ist farblos, ölig und raucht nicht an der Luft; sie ist aber bedeutend mehr mit anderen Substanzen verunreinigt, als die aus dem Eisenvitriol gewonnene Säure. Sie

enthält Erd- und Metallsalze, zuweilen Salzsäure und Salpetersäure und in sehr vielen Fällen Arsenik, wenn nämlich der zum Verbrennen dienende Schwefel arsenikhaltig war. Wilhelm fand es nothwendig, die Weise anzugeben, wie die gewöhnlichen Verunreinigungen der so vielfach in Anwendung kommenden Schwefelsäure zu erkennen seien, und wie eine unreine Schwefelsäure gereinigt werde.

Die mit Wasser verdünnte Schwefelsäure wird mit kohlensaurem Natron gesättigt; wird sie hiebei getrübt, so sind Metalloxyde oder Erden vorhanden. Um diese zu unterscheiden, wird ein Theil der neutralisirten Flüssigkeit mit etwas Salpetersäure vermischt; verschwindet dadurch der Niederschlag, so ist kein Blei vorhanden. Eisen wird durch Blutlaugensalz in der neutralisirten und dann wieder schwach angesäuerten Flüssigkeit erkannt, indem sich dann ein blauer Niederschlag bildet; ist der Niederschlag dagegen rothbraun, so ist Kupfer vorhanden und ist er gelbbraun, so ist Titan vorhanden; letzteres wird auch durch den rothbraunen Niederschlag erkannt, den die neutrale Flüssigkeit durch Gallustinktur geben wird; Kalk wird in der schwach angesäuerten Flüssigkeit durch den weißen Niederschlag erkannt, den oxalsaures Kali bewirkt; Thonerde durch den Niederschlag mit Aetzkali, der sich in größerer Menge des letzteren wieder lös't. Arsenik wird in der verdünnten Säure durch Einstreichen von Schwefelwasserstoffgas erkannt, wo sich ein gelber Niederschlag bildet, Salzsäure durch die Entwickelung von Chlor, wenn die concentrirte Säure mit Braunstein behandelt wird, Salpetersäure

durch das auftretende, sich beim Vermischen mit Luft leicht kenntlich machende Stickstoffoxydgas, wenn sie mit Kupferfeile vermengt erhitzt wird. Selen wird durch den rothen Niederschlag erkannt, den schwefelsaure Salze bewirken. Auch Kali kann die Schwefelsäure zuweilen enthalten, was daran erkannt wird, daß die Schwefelsäure beim Verdampfen in einem Platinlöffel einen Rückstand gibt, der beim Lösen in Wasser mit Weinsteinsäure einen Niederschlag gibt, der sich in vielem Wasser wieder lös't.

Um nun eine mit irgend einer dieser Substanzen oder mit allen verunreinigte Schwefelsäure zu reinigen, was aber meist nur Behufs pharmaceutischer und rein wissenschaftlicher Zwecke geschieht, bringt man Schwefelsäure in eine Retorte, in welcher sich, um das beim Erhitzen stattfindende Stoßen zu vermeiden, etwas gröblich zerstoßenes Glas oder ein zusammengewickelter Platindraht befindet, setzt die Retorte in ein Sandbad so, daß am Boden eine stärkere Zwischenlage von Sand ist als an den Seitenwänden und gibt dann Feuer. Zuerst geht salzsäure- und salpetersäurehaltige Schwefelsäure über, welche entfernt wird, und dann geht bis zu ¼ der ganzen Masse Schwefelsäure über, welche für sich als rein weggenommen wird, worauf man die Destillation unterbricht; in dem Rückstand findet sich eine sehr unreine Schwefelsäure, welche zu gewöhnlichen Zwecken benutzt werden kann.

Diese so gereinigte Schwefelsäure ist farblos, ölartig, wasserhell und geruchlos; sie schmeckt selbst mit sehr vielem Wasser verdünnt sehr sauer; sie hat ein specifisches Gewicht von 1,85 und

siedet bei 326°. Sie ist nicht wasserfrei und enthält gegen 18% Wasser oder besteht aus gleichen Mischungsgewichten Schwefelsäure und Wasser. Dieses Wasser kann ihr auf keine andere Weise entzogen werden, als daß man sie mit irgend einer Basis verbindet; es vertritt daher hier die Stelle einer Basis, wie Wilhelm seinen Freunden beim Wasser selbst schon gesagt hatte. Die Schwefelsäure kann sich zwar noch in zwei Verhältnissen mit Wasser verbinden, aber diese Verbindungen sind nur von wissenschaftlichem Interesse.

Die Schwefelsäure zieht sehr begierig das Wasser an und entwickelt aus letzterem, wenn die Vermischung beider schnell geschieht, eine beträchtliche Menge Wärme; werden daher kleinere Mengen Wasser zu Schwefelsäure gegossen, so wird ersteres plötzlich in Dampf verwandelt und schleudert die umgebende Schwefelsäure aus dem Gefäß, wodurch der Arbeiter sehr gefährlich beschädigt werden kann; um dieses zu vermeiden, muß man die Schwefelsäure in Wasser gießen und dieses mittels eines Stabes in kreisender Bewegung erhalten, damit die freiwerdende Wärme sich gleichmäßig vertheilen kann und hiedurch wird oft noch so viel Wärme entwickelt, daß stärkere Glasgefäße durch die plötzliche Ausdehnung einzelner Theile derselben zerspringen. Bei der Vermischung beider Flüssigkeiten findet eine Verdichtung statt, wie beim Vermischen der Salpetersäure mit Wasser, weßhalb man in eigenen Tabellen das Verhältniß der wasserfreien Schwefelsäure in wasserhaltiger Schwefelsäure nach ihrem specifischen Gewicht aufgestellt hat. Die Schwefelsäure zieht aus der Luft sehr begierig das Wasser an und kann nach und nach das Vier- bis

Fünffache ihres Gewichtes Wasser anziehen; deßhalb muß sie in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden und kann dazu dienen, solche Substanzen zu entwässern, die keine Erwärmung ohne Zersetzung ertragen können, zu welchem Zweck diese unter die Glocke der Luftpumpe nebst Schwefelsäure gebracht werden, um durch Verminderung des Luftdrucks die Wasserverdunstung zu vermehren und den Wasserdunst von der Schwefelsäure anziehen zu lassen.

Wird die wasserfreie Schwefelsäure durch rothglühende Porcellanröhren geleitet, so zerfällt sie in schwefelige Säure und Sauerstoffgas; eine ähnliche Zersetzung erleidet sie durch Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor und mehrere Metalle in der Wärme, nur daß dann der Sauerstoff nicht auftritt, sondern sich mit der andern Substanz verbindet; bei gewöhnlicher Temperatur findet aber selten eine Zersetzung statt und in einigen Fällen kann die concentrirte Schwefelsäure sogar in der Wärme mit oxydirbaren Substanzen zusammenkommen, ohne daß eine Einwirkung stattfinde. So wird z. B. beim Scheiden des goldhaltigen Silbers durch Schwefelsäure der gußeiserne Kessel oder bei der Zersetzung des Kochsalzes oder Salpeters durch Schwefelsäure die gußeiserne Retorte nur wenig angegriffen, was dadurch bedingt wird, daß sich die Schwefelsäure in diesen Fällen gegen das Eisen nicht positiv elektrisch, d. h. nicht sauer verhält.

Gegen die organischen Stoffe zeigt die Schwefelsäure mit wenigen Ausnahmen eine große zersetzende Kraft; sie entzieht diesen wegen ihrer großen Anziehungskraft zum Wasser den Sauerstoff

und Wasserstoff in dem Verhältniß, daß sie Wasser bilden, und verwandelt sie in eine kohlige Substanz. Indigo und Krapproth lösen sich ohne Zerstörung ihrer Farben in der rauchenden Schwefelsäure auf und werden in diesem Zustand als Farbmaterial angewendet; enthält aber die Schwefelsäure zugleich auch Salpetersäure, so wird der Farbstoff zerstört. Deßhalb müssen die Färber gewöhnlich rauchende Schwefelsäure bei ihren Geschäften anwenden, da diese nicht mit Salpetersäure verunreinigt vorkommt, wenn man sie nicht auf die Weise dargestellt hat, daß in die durch Verbrennen des Schwefels erzeugte Schwefelsäure wasserfreie Schwefelsäure geleitet worden ist.

Eine eigenthümliche Wirkung äußert die mit vielem Wasser verdünnte Schwefelsäure in erhitztem Zustand auf Stärkmehl; sie wirkt nämlich hier nicht, wie gewöhnlich gegen organische Substanzen, wasserentziehend, sondern wassergebend, ohne selbst dabei eine Zersetzung zu erleiden. Wird nämlich aus 100 Theilen Stärke und 500 Theilen Wasser ein Kleister gekocht und dieser noch mit einer Mischung von 10 Theilen Schwefelsäure und 100 Theilen Wasser 7 bis 8 Stunden gekocht, so wird die Flüssigkeit nach und nach ganz klar; versetzt man diese dann nach und nach mit so viel Kreide, als noch ein Aufbrausen entsteht und bis blaues Lakmuspapier nicht mehr geröthet wird, gießt sie von dem Niederschlag ab und dampft sie ein, so erhält man gegen 111 Theile einer festen Substanz, welche aber keine Stärke mehr ist, sondern solchen Zucker darstellt, wie er sich in den Trauben und im Honig vorfindet und keine Spur von Schwefelsäure enthält, also die Gewichtszunahme durch Aufnahme

von Wasser bewerkstelligt sein muß, was man auch leicht nachweisen kann, wenn man diese Zusammensetzung der Stärke mit der des neugebildeten Zuckers vergleicht. Erstere besteht nämlich aus $C_6 H_5 O_5$, letzterer aus $C_6 H_6 O_6$ und unterscheidet sich von ersterer also nur durch eine größere Menge von Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß, daß sie Wasser bilden.

Auch auf die thierische Haut wirkt die concentrirte Schwefelsäure sehr kräftig und zerstörend. Hat man sich aber mit Schwefelsäure begossen, so darf man zur Entfernung der Säure und Verminderung der Schmerzen nicht von kaltem Wasser Hülfe suchen, da sich dadurch erst noch Erhitzung bilden würde, sondern man muß sogleich eine Substanz anwenden, welche sich mit der Säure verbindet und ihre Wirkungen aufhebt; eine solche Substanz ist die Holzasche, welche wegen ihres Gehaltes an kohlensaurem Kali die Säure neutralisirt; hierauf werden die verletzten Theile erst wie Brandwunden behandelt. Auch wenn die Säure durch Unvorsichtigkeit getrunken worden ist, muß man dem Leidenden so schnell wie möglich eine Substanz geben, welche die Säure neutralisirt, wozu am besten die mit Wasser angerührte kohlensaure Magnesia dient.

Wird verdünnte Schwefelsäure in Blut gegossen, so gerinnt dieses augenblicklich und wird braun; wird daher bei einer stark blutenden Wunde verdünnte Schwefelsäure aufgelegt, so werden die Blutgefäße verstopft und zusammengezogen, wodurch die Blutung unterdrückt wird, und dieses Mittel kann man leicht überall haben und so starke Blutungen, ehe der Wundarzt herbeigerufen ist, stillen.

Die Schwefelsäure dient zur Darstellung verschiedener Präparate, die theils schon erwähnt sind, theils noch erwähnt werden, zur Darstellung des Schwefeläthers, wo sie dem Alkohol Wasser entzieht, zum Bleichen der Leinwand, Kattune, der mit Blut oder Tinte verunreinigten Stubenböden, wozu sie mit Wasser verdünnt aufgegossen und dann der Stubenboden auf gewöhnliche Weise gereinigt wird; ferner zum Härten des Talgs, zum Reinigen verschiedener Oele, zur Fabrikation der Stiefelwichse u. s. w., wird aber auch zu betrügerischen Zwecken, wie z. B. zum Schärfen des Essigs oder Branntweins benutzt. Um sie in solchen Flüssigkeiten zu erkennen, sind die gewöhnlichen Erkennungsmittel nicht hinreichend, da oft schwefelsaure Salze vorhanden sein können, die gleiche Erscheinungen darbieten. Das sicherste Erkennungsmittel ist dann das Verhalten der concentrirten Schwefelsäure gegen Zucker, welcher dadurch verkohlt wird. Bringt man auf einer Untertasse eine Zuckerlösung über einem Wasserbad zur Trockne, so daß sie diese firnißartig überzieht, und läßt dann einen Tropfen der verdächtigen Flüssigkeit auf die heiße Tasse fallen, so verdunstet das Wasser und die nun concentrirte Schwefelsäure wirkt auf den Zucker verkohlend oder bei sehr geringer Menge doch wenigstens grün färbend.

Die Schwefelsäure läßt sich sowohl in ihrem freien als auch gebundenen Zustand leicht nachweisen. Ist sie in Wasser gelös't oder ist die Verbindung in Wasser löslich, so geben die wässerigen Auflösungen beim Vermischen mit salzsaurem Baryt oder essigsaurem Blei weiße Niederschläge, die sich in keiner Säure lösen. Diese

Eigenschaft kann benutzt werden, um sowohl die Menge der Schwefelsäure in ihrem mit Wasser verdünnten, als in ihrem an Basen gebundenen Zustand dem Gewicht nach zu bestimmen, indem man bestimmte Mengen der wasserhaltenden Schwefelsäure oder der in Wasser gelös'ten Verbindungen mit salzsaurer Barytlösung so lange vermischt, als noch ein Niederschlag entsteht, dann diesen vollkommen auswäscht, trocknet, sammt dem Filter an der Luft glüht und dann sein Gewicht bestimmt. 100 Theile desselben entsprechen 34,33 Theilen wasserfreier Schwefelsäure. Sind die schwefelsauren Verbindungen in Wasser unlöslich, so erhitzt man sie vor dem Löthrohr auf der Kohle, wodurch sie desoxydirt und in Schwefelmetalle verwandelt werden, welche das befeuchtete Curcumepapier bräunen und zugleich einen Geruch nach Schwefelwasserstoff verbreiten.

Ueber das Verhalten der Schwefelsäure gegen chlorsaures Kali und ihre Verwendung zu den chemischen Feuerzeugen beim chlorsauren Kali.

Unterschwefelsäure.

Diese Säure bildet sich beim Leiten der schwefeligen Säure in Wasser, in welchem Manganhyperoxyd aufgeschwemmt enthalten ist; das sich bildende schwefelsaure und unterschwefelsaure Manganoxydul wird durch Baryt getrennt, der unterschwefelsaure Baryt durch Schwefelsäure zersetzt und die Flüssigkeit unter der Luftpumpe concentrirt, bis sie von 1,347 specifischem Gewicht ist und dann eine farblose, sehr sauer schmeckende Flüssigkeit darstellt, welche sich mit Basen verbindet und durch Baryt- oder Bleisalze nicht gefällt wird.

Unterschwefelige Säure

bildet sich beim Lösen des Zinks oder Eisens in schwefeliger Säure, wobei erstere der letzteren 1 Mischungsgewicht Sauerstoff entziehen; sie kann aber nicht isolirt werden.

Diese beiden Säuren haben das Eigenthümliche, daß in den neutralen Salzen auf 1 Mischungsgewicht Basis 2 Mischungsgewichte oxydirter Schwefel enthalten ist; erstere besteht nämlich aus 2 Mischungsgewichten Schwefel und 5 Mischungsgewichten Sauerstoff, letztere aus 2 Mischungsgewichten Schwefel und 2 Mischungsgewichten Sauerstoff, in welchen Verhältnissen sie sich mit 1 Mischungsgewicht Basis verbinden.

Schwefel und Wasserstoff.

Schwefel und Wasserstoff können sich in zwei Verhältnissen verbinden, aber nur im Moment ihres Freiwerdens. Bloß eine Verbindung hat in gewisser Beziehung ein technisches Interesse; diese ist der Schwefelwasserstoff.

Wilhelm brachte auf die Verbindung, welche er durch Erhitzen des Eisendrahts in Schwefeldampf erhalten hatte, etwas verdünnte Salzsäure; sogleich entwickelte sich unter Aufbrausen eine unangenehme, nach faulen Eiern riechende Luft, die er mittels einer Gasleitungsröhre in kaltes Wasser leitete, in welchem sie sich etwas löste und diesem den unangenehmen Geruch und einen ähnlichen Geschmack ertheilte.

Dieses Gas wird dadurch gebildet, daß sich die Bestandtheile der Salzsäure und des Schwefeleisens umtauschen, was durch nachstehendes Schema erläutert wird:



Dieses Gas findet sich auch in der Natur in den Schwefelwässern und bildet sich bei der Verwesung und der trockenen Destillation vieler organischen Substanzen.

Es läßt sich unter einem starken Druck zu einer Flüssigkeit verdichten, reagirt etwas sauer, brennt mit blaßblauer Flamme und ist nicht athmenbar. Schon in geringer Menge der atmosphärischen Luft beigemengt kann es tödtlich wirken. Durch Chlor, Jod- oder Bromgas wird es unter Bildung der entsprechenden Wasserstoffsäuren zersetzt; diese Eigenschaft benutzt man, um mit Schwefelwasserstoffgas verunreinigte Räume mittels Chlor zu reinigen und das Riechen an Chlor ist von großem Nutzen, wenn man durch Einathmen einer so verunreinigten Luft üble Folgen empfindet; so wie daher das Chlor die Wirkung des Schwefelwasserstoffes vernichtet, so hebt letzteres die Wirkungen des ersteren auf.

Interessant und von der größten Wichtigkeit für die analytische Chemie ist das Verhalten des Schwefelwasserstoffes gegen Metalle.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur verändern mehrere Metalle, deren Oxyde und Salze ihre Farbe, wenn sie an Orten enthalten sind, wo sich Schwefelwasserstoff entwickelt, indem sie den Schwefel desselben anziehen; so wird z. B. Silber gelbbraun, Bleiweiß und Wismuthweiß dunkelbraun. Aber trotz den Erfahrungen, die man hierüber schon gemacht hat, wird dieses Verhalten nicht berücksichtigt; so streicht man z. B. die Thüren und Fenster an Abtritten mit Bleiweißfarbe an, wo sie jedoch bald durch das an diesen Orten sich entwickelnde Schwefelwasserstoffgas grau werden; Damen, die sich mit Wißmuthweiß schminken wollen, sollten berücksichtigen, daß diese Substanz für sich schon ein wahres Gift für die Haut ist und daß sie in Gefahr kommen, als Mulattinnen wieder zurückzukehren, wenn sie an einen Ort gehen, wo die Luft mit Schwefelwasserstoff geschwängert ist, wie z. B. in den Schwefelbädern von Aachen. An solche Orte Schmucksachen von Gold oder Silber mitzunehmen, ist ebenfalls unzweckmäßig, da sie bald ihren Glanz verlieren.

Aber noch kräftiger zeigt sich das Schwefelwasserstoffgas gegen die meisten Metallsalze, wenn diese in Wasser aufgelös't oder nur darin suspendirt sind, weßhalb es benutzt wird, um gewisse Metalle aufzufinden. Wilhelm hatte in einer Reihe von Gläsern Metallsalzauflösungen gegeben und zeigte seinen Freunden, wie diese, die meist farblos sind, durch das mit dem Schwefelwasserstoffgas gesättigte Wasser verschiedene Farben erhielten und meist niedergeschlagen werden.

In einer Auflösung der arsenigen Säure wurde eine gelbe Färbung und bei Zusatz von etwas Salzsäure ein gelber Niederschlag

hervorgebracht; bei Zusatz von etwas Ammoniakwasser verschwand der Niederschlag wieder.

In einer Kadmiumauflösung wurde sogleich ein gelber Niederschlag hervorgebracht, der sich aber nicht wieder in Ammoniak lös'te, wodurch er sich aber deutlich von vorigem unterscheidet.

Eine Auflösung des Brechweinstein's (eines Antimonsalzes) wurde erst braunroth gefärbt, bei Zusatz von etwas Salzsäure aber schön orangefarben niedergeschlagen; der Niederschlag lös'te sich in Ammoniak.

Eine Auflösung von Wismuthsalz wurde sogleich dunkelbraun gefällt; eine Zinnchlorürlösung dunkelbraunroth, eine Zinnchloridlösung schmutzig gelb.

Eine Blei- oder Kupferauflösung wurde augenblicklich schwarzbraun niedergeschlagen. Letztere Metalle finden sich nun sehr oft in Getränken oder Speisen; so wird z. B. der Wein, welcher sauer ist, mit Bleiglätte in Berührung gesetzt; er lös't vermöge seiner Säure etwas Bleiglätte und erhält einen eigenthümlichen süßen Geschmack. Dieses ist aber das gewissenloseste Verfahren, dem Wein seiner Säure zu berauben, da der Genuß eines solchen Weines wie ein schleichendes Gift wirkt. Will man sich nun überzeugen, daß man es mit einem bleifreien Wein zu thun hat, so darf man nur zu demselben etwas Schwefelwasserstoffwasser setzen; ist eine größere Menge Blei vorhanden, so erhält man sogleich einen braunschwarzen Niederschlag, bei einer kleineren Menge eine dunkelbraune und bei sehr kleiner Menge nur eine dunkelgraue Färbung.

besonders wenn man, um die Fällung des etwa vorhandenen Eisenoxyds zu verhindern, etwas Salzsäure zusetzt. Aber manchmal kann der Flaschenwein ebenfalls Blei enthalten, ohne daß der Weinbereiter oder der Weinhändler die Schuld dieser Verfälschung trägt. An manchen Orten werden nämlich die Weinflaschen mit Schrot gereinigt; beim Schütteln der Flaschen mit Wasser setzen sich dann sehr oft zwischen den Wänden des Bodens einige Schrotkugeln so fest, daß sie durch Wasser nicht herausgespült und auch durch das Auge nicht wahrgenommen werden können, da gewöhnlich dieser Theil der Flaschen ziemlich undurchsichtig ist. Wird nun in solche Flaschen Wein gefüllt und längere Zeit darin aufbewahrt, so lös't sich etwas Blei auf, wenn auch der Wein nicht sauer ist, und man wird von dem Genuß eines solchen Weines Leibschmerzen erhalten und bei längerem Genuß sehr schädlichen Folgen ausgesetzt werden. Es sollte daher in keiner Haushaltung das Spülen der Flaschen mit Schrot geduldet werden, besonders da gute Asche in den meisten Fällen ein kräftigeres Reinigungsmittel der Weinflaschen ist. — Rother Wein kann niemals mit Blei verunreinigt sein, da sich das Bleioxyd mit dem Farbstoff zu einer unlöslichen Verbindung vereinigt. — Werden Speisen oder Getränke in schlecht verzinnten oder unreinen kupfernen Kesseln bereitet, so lösen sie ebenfalls etwas Kupfer auf; aber hier ist das Kupfer in den meisten Fällen nicht durch Schwefelwasserstoff zu erkennen, da die Getränke oder wässerigen Auszüge der Speisen selbst eine dunkle Farbe haben; dann muß man so verfahren, wie es später beim

Kupfer angegeben wird; auch Arsenik nachzuweisen, kann erst bei diesem selbst angeführt werden.

Die Wirkung des Schwefelwasserstoffes auf die Metalllösungen ist dadurch bedingt, daß sich der Sauerstoff des Oxyds und der Wasserstoff des ersteren zu Wasser und das Metall und der Schwefel zu unlöslichem, farbigen Schwefelmetall vereinigt.

Das Schwefelwasserstoffgas ist empfohlen worden, um mit Kadmiumsalzen oder arseniksauren Salzen gebeizte Kattune gelb zu färben; aber die dadurch erzeugten gelben Farben verbreiten immer einen Schwefelwasserstoffgeruch, wodurch sie schon für die Geruchsorgane nicht angenehm sind und wirken auf andere Metallfarben verändernd. Das Schwefelwasserstoffgas ist auch zur Vertilgung der Ratten vorgeschlagen worden; man soll es zu diesem Zweck in die Löcher, welche die Ratten zu ihren Schlupfwinkeln benutzen, leiten. Auch kann es in Wasser gelöſt dazu verwendet werden, die üblen Folgen aufzuheben, welche durch den Gebrauch der Bleipomaden behufs der Haarschwärzung veranlaßt werden können, wodurch zugleich eine größere Schwärzung der Haare veranlaßt wird.

Schwefelammonium.

Bildet sich beim Verfaulen animalischer Substanzen und beim Leiten von Schwefelwasserstoffgas in Ammoniakwasser so lange, bis dieses die Auflösung eines Magnesiasalzes nicht mehr fällt, oder

wenn gleiche Maße Ammoiakgas und Schwefelwasserstoffgas zusammentreten, wobei es in Krystallen anschießt, die aber bald gelb werden, indem sie durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft einen Theil ihres Wasserstoffes verlieren und sich etwas Schwefel abscheidet. Auf gleiche Weise wird das auf nassem Wege erhaltene Schwefelammonium gelb.

Diese Verbindung dient nur als Reagens; als solches ist es aber von großer Wichtigkeit, da es noch mehrere andere Metalle fällt, die durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden.

Schwefelkohlenstoff.

Diese flüssige Verbindung zweier festen Stoffe wird dadurch erhalten, daß man Schwefeldämpfe über glühende Kohlen leitet, das Produkt der Verbindung beider in einer kühlgehaltenen Vorlage aufsammelt und dann von dem überschüssigen Schwefel durch vorsichtige Rectification befreit.

Man erhält dann eine farblose, das Licht stark brechende, unangenehm riechende und scharf aromatisch schmeckende Flüssigkeit, welche beim Verdunsten große Kälte erregt, Schwefel und Phosphor löst und auch als Lösungsmittel verschiedener organischer Substanzen, wie des Bernsteins, Mastix und Kautschucks empfohlen worden ist. Sie besteht aus einem Mischungs-Gewicht Kohlenstoff und zwei Mischungs-Gewichten Schwefel, entspricht also in ihrer Zusammensetzung der Kohlensäure, mit der sie noch den sauren

Charakter theilt, indem sie sich mit denjenigen geschwefelten Metallen, welche mit Sauerstoff salzfähige Oxyde bilden, Verbindungen eingeht, die, wie einige andere ihrer Verbindungen, nur wissenschaftliches Interesse haben.

Der Schwefel verbindet sich mit Chlor, Jod, Brom und Cyan; die Verbindung mit letzterem verhält sich wiederum wie ein einfacher Stoff und zeichnet sich dadurch aus, daß sie in ihrem mit den Alkalien oder Erdalkalien verbundenen Zustand in Wasser gelös't, die Eisenoxydsalzlösungen schön blutroth färbt und deßhalb auch als ein Reagens auf diese Salze benutzt wird.

Vom Selen.

Von diesem Stoff hatte Wilhelm seinen Freunden nur wenig zu sagen, da er sehr selten vorkommt und keine technische Anwendung hat. Er ist oft ein Begleiter des Schwefels, mit dem er überhaupt in seinem Verhalten gegen die einfachen Stoffe sehr viel Aehnlichkeit zeigt; und findet sich oft in denjenigen Präparaten, die aus Schwefel verfertigt werden, wie z. B. in der Schwefelsäure, weßhalb man nur einige Eigenschaften desselben kennen muß, um ihn zu erkennen. Wird nämlich eine selensäurehaltige Flüssigkeit mit einem schwefeligsauren Salz vermischt, so scheidet sich eine rothe Substanz ab, welche Selen ist und im trocknen Zustand beim Erhitzen einen Geruch nach verfaultem Rettig verbreitet. Die festen Selenverbindungen werden durch Glühen mit

Salmiak ebenfalls zersetzt, wo sich Selen in rother Farbe abscheidet. Es ist im zusammengeschmolzenen Zustand eine feste metallischglänzende, schwarze, in dünnen Schichten aber rubinrothe durchsichtige Substanz, welche durch Erhitzen an der Luft in Selenoxyd (SeO), durch Verbrennen in Sauerstoffgas in selenige Säure (SeO_2) und durch Verpuffen mit Salpeter in Selensäure (SeO_3) verwandelt wird und in Verbindung mit Kalium bei Berührung mit Wasser Selenwasserstoff ausgibt, welches dem Schwefelwasserstoff ähnlich riecht, aber bald die Geruchsorgane empfindungslos macht und Schmerzen in der Nase, der Luftröhre und in den Augen verursacht.

Vom Phosphor.

Dieser Stoff findet sich vorzüglich in großer Menge im Thierreich, aber auch im Mineral- und Pflanzenreich, wird aber weder für sich noch in seinen Verbindungen im technischen Leben viel in Anspruch genommen, zeichnet sich jedoch durch einige interessante Erscheinungen aus, die er wie seine Verbindungen gegen andere Stoffe darbieten.

Der Phosphor wurde von einem Kaufmann Brandt in Hamburg entdeckt, als er eingedampften Harn einer starken Glühhitze aussetzte; dieser verkaufte sein Verfahren als Geheimniß an einen Anderen, wurde aber einige Jahre später von Kunkel ermittelt und veröffentlicht. Jetzt bereitet man ihn gewöhnlich aus seiner Säure, welche, mit

Kalk verbunden, in den Knochen vorkommt, auf folgende Weise: Weiß gebrannte Knochen werden im gepulverten Zustand mit Wasser angerührt und dann mit 1½ Theilen concentrirte Schwefelsäure vermischt, wodurch schwefelsaurer Kalk gebildet und Phosphorsäure, aber noch kalkhaltig, in Freiheit gesetzt wird. Die Flüssigkeit wird von dem Absatz getrennt, bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, mit Kohlenpulver zu einem Teig angeknetet, bei schwacher Glühhitze getrocknet und in gut beschlagenen Steingutretorten in einem gutziehenden Windofen einer nach und nach bis zum Rothglühen verstärkten Hitze ausgesetzt. Bei dieser Temperatur wirkt die Kohle auf den Sauerstoff der Phosphorsäure; es bildet sich Kohlensäure, welche durch ein an die Retorte gesetztes knieförmiges kupfernes Rohr, das unter Wasser mündet, nebst Phosphordämpfen übergeht; letztere verdichten sich in dem Wasser und stellen eine braune, dem Wachs ähnliche Masse dar, welche nach Beendigung des Prozesses durch Umschmelzen zwischen Sämischleder unter heißem Wasser gereinigt und in Stängelform gebracht wird, indem man den schmelzenden Phosphor in Röhren aufsaugt.

Dieser Stoff hat einen eigenthümlichen knoblauchartigen Geruch und raucht an der Luft, indem er Sauerstoff aufnimmt und dabei im Dunkeln leuchtet. Er entzündet sich sehr leicht, selbst unter Wasser, wenn er mit Sauerstoff in Berührung ist; daher muß man ihn sehr vorsichtig behandeln und immer unter Wasser aufbewahren. Um nun das Verhalten des Phosphors gegen den Sauerstoff unter verschiedenen Umständen zu zeigen, machte Wilhelm folgende Versuche.

Ein Stück Phosphor befestigte er an eine durch einen Kork gesteckte Nadel und setzte den Kork an die Mündung einer Flasche, welche unten mit etwas reinem Wasser bedeckt war; bald zeigte sich ein weißer, nebliger Streifen, von dem Phosphor abwärts fließend und in dem Wasser verschwindend; dieser ist das Produkt der langsamen Vereinigung des Phosphors mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, wodurch oft so viel Wärme entwickelt wird, daß sich der Phosphor entzündet und von der Nadel abfällt.

Auf einen Teller brachte Wilhelm ein Stück gut abgetrockneten in einem kleinen Schälchen befindlichen Phosphor, daneben ein Stück glimmenden Schwamm, und hierauf setzte er eine große weite Glocke auf; so wie sich die von dem glimmenden Schwamm verbreitende Wärme dem Phosphor mitgetheilt hatte, entzündete er sich und verbrannte mit einem ungemein stark blendenden weißen Licht; zugleich zeigten sich unter der Glocke weiße Nebel, die sich bald zu weißen schneeartigen Flocken vereinigten und niederfielen. Sie sind wasserfreie Phosphorsäure, welche so begierig das Wasser anziehen, daß sie im frisch erhaltenen Zustand auf die Zunge gebracht zischen und einen Brandfleck verursachen. Wird der Phosphor in verschlossenen Räumen zur Entzündung gebracht, so entzieht er der darin enthaltenen atmosphärischen Luft fast allen Sauerstoff und er wurde daher früher auch angewendet, die Menge des Sauerstoffs in der atmosphärischen Luft zu bestimmen, wozu er jedoch nicht so gut geeignet ist, wie das Wasserstoffgas, indem er immer 1 bis 2 % Sauerstoff frei zurückläßt, da dieser so mit dem zurückbleibenden Stickstoffgas

vermengt ist, daß er nicht mehr das Verbrennen des Phosphors unterhalten kann.

In eine zum Theil mit heißem Wasser angefüllte Glasröhre gab Wilhelm ein Stück Phosphor, worin er untersank und sogleich schmolz; er leitete dann mittels einer knieförmigen Glasröhre Sauerstoffgas auf den schmelzenden Phosphor, wobei dieser sogleich mit Lichterscheinung verbrannte und sich in eine rothe Substanz verwandelte. Als er das Wasser abgoß, die rothe Substanz etwas zwischen Papier trocknete und dann mit einem Stückchen Phosphor auf einer Schale zusammendrückte, entzündete sich dieser fast augenblicklich. Diese rothe Substanz ist Phosphoroxyd und ist der die Entzündung bedingende Bestandtheil der Phosphorfeuerzeuge. Diese werden auf die Weise verfertigt, daß man in ein trockenes Glas ein Stück trockenen Phosphor bringt und das Glas dann so weit erhitzt, bis sich der Phosphor entzündet; da die Luft hier nicht hinreichend zutreten kann, so bildet sich neben Phosphorsäure auch Phosphoroxyd; wird das Glas verstopft, ehe aller Phosphor verbrannt ist, und nach dem Erkalten ein mit Schwefel überzogenes Holzstäbchen hineingestoßen, so hängt sich an dieses so viel Phosphor und Phosphoroxyd, daß die an der Luft eintretende Entzündung hinreichend ist, den neben liegenden Schwefel und dieser das Holz zu entzünden.

Der Phosphor löst sich nicht in Wasser, ertheilt diesem aber Geruch und giftige Eigenschaften; in Alkohol und Aether löst er sich etwas, mehr aber noch in fetten Oelen; diese Flüssigkeiten leuchten

im Dunkeln, besonders wenn sie umgeschüttelt werden, beim Oeffnen des Stöpsels so stark, daß man dabei recht gut die Zeiger und Zahlen auf einer Taschenuhr erkennen kann. Der Phosphor dient zur Bereitung der Streichzündhölzer und Streichzündschwämme (wovon beim chlorsauren Kali), als Vertilgungsmittel für Ratten und Mäuse mit Mehlbrei in Pillenform u. s. w.

Von den Verbindungen des Phosphors mit anderen Stoffen ist bloß die Phosphorsäure von Wichtigkeit, welche sich fertig gebildet in allen drei Reichen der Natur vorfindet und durch Verbrennen oder Oxydiren des Phosphors mit Salpetersäure rein dargestellt werden kann. Aber für gewöhnliche Zwecke wäre diese Methode zu kostspielig und man wendet nur die Phosphorsäure an, die man durch mäßige Erwärmung eines Gemisches von 3 Theilen gepulverter Knochenasche, 2 Theilen Schwefelsäure und 12 Theilen Wasser erhält; soll sie so viel wie möglich von Kalk befreit werden, so dampft man sie ab, vermischt sie dann so lange mit Weingeist, als noch ein Niederschlag erhalten wird und destillirt die geklärte Flüssigkeit, wodurch man den Weingeist und in der Retorte die Phosphorsäure erhält. Zur Darstellung mehrerer phosphorsaurer Metallsalze ist, wenn diese zu Glasuren und Schmelzfarben verwendet werden sollen, welche sich durch ihre Unschädlichkeit auszeichnen, diese Reinigung gar nicht nöthig, da der vorhandene Kalk keine schädlichen Wirkungen äußert.

Wird die mit Weingeist gereinigte Phosphorsäure eingedampft und dann möglichst lang in schmelzendem Fluß erhalten, so erhält

man eine durchsichtige glasartige Masse, welche sehr begierig aus der Luft Feuchtigkeit anzieht.

Eine höchst merkwürdige Veränderung erleidet die Phosphorsäure durch das Glühen; setzt man nämlich zu der Lösung der ungeglühten Phosphorsäure etwas salpetersaures Silber, so entsteht keine Veränderung in der Flüssigkeit; löst man aber etwas von der geglühten Phosphorsäure in Wasser, so erhält man bei Zusatz von salpetersaurem Silber einen weißen Niederschlag; wird aber die geglühte Phosphorsäure in ihrem in Wasser gelös'ten Zustand mit kohlensaurem Natron gesättigt und dann wieder das phosphorsaure Natron mit Schwefelsäure zerlegt, so verhält sich die abgeschiedene Phosphorsäure gegen die Silberauflösung indifferent; ist die geglühte Phosphorsäure aber an Baryt oder Blei gebunden worden, so hat sie nach der Zersetzung mit Schwefelsäure ihre fällende Eigenschaft auf das Silber nicht verloren. Phosphorsaures Natron fällt das Silber aus seinen Auflösungen gelb; wird es aber geglüht und dann in Wasser gelös't, so fällt es das Silber weiß, verliert aber diese Eigenschaft, wenn die Flüssigkeit gekocht wird, worauf sie Silber wieder gelb fällt. Gegen Eiweiß zeigt sich die geglühte und ungeglühte Phosphorsäure ebenfalls verschieden, denn erstere fällt das Eiweiß in Flocken, während die andere sich ohne Trübung mit diesem vermischt.

Obgleich die Phosphorsäure von mehreren Säuren auf nassem Weg aus ihren Verbindungen geschieden wird, so verhält sie sich jedoch im Feuer mächtiger, indem sie jene Verbindungen wieder zersetzt.

Die Phosphorsäure findet fast gar keine technische Anwendung; hin und wieder wird sie zum Ansäuren mancher süßen Pflanzensäfte gebraucht, wozu sie sehr gut zu empfehlen ist, indem sie keine schädlichen Wirkungen auf den Organismus äußert.

Phosphorsaures Ammoniak.

Diese Verbindung erhält man, wenn kohlensaures Ammoniak so lange mit Phosphorsäure vermischt wird, bis sich beide vollkommen gesättigt haben, worauf es durch Verdampfen krystallisirt erhalten werden kann. Dieses Salz verliert in der Hitze den größten Theil seines Ammoniaks und hinterläßt Phosphorsäure; geschieht dieses Erhitzen auf brennbaren Substanzen, so überzieht die Phosphorsäure jene mit einer Decke, wodurch ihr flammendes Verbrennen verhindert wird und sie nur eine Verkohlung erleiden. Wegen dieser Eigenschaft wird dieses Salz in seinem in dem 15—20fachen seines Gewichtes Wasser gelös'ten Zustand sehr zweckmäßig angewandt, um leicht feuerfangende und verbreitende Substanzen gegen das flammende Verbrennen zu schützen. Zu diesem Zweck braucht man aber kein reines Produkt; es ist schon hinreichend, wenn keine freie Schwefelsäure vorhanden ist. Digerirt man 10 Theile weißgebrannte und gepulverte Knochen mit 8 Theilen Schwefelsäure und 120 Theilen Wasser, bis die Schwefelsäure den phosphorsauren Kalk vollkommen zerlegt hat, gießt die Flüssigkeit ab und neutralisirt sie mit dem Destillat, welches aus gefaultem Harn erhalten wird

und viel kohlensaures Ammoniak enthält, so wird der noch vorhandene Kalk durch die Kohlensäure abgeschieden und die Phosphorsäure verbindet sich mit Ammoniak; durch Verdampfen der Flüssigkeit erhält man das phosphorsaure Ammoniak in großen wasserhellen Krystallen, während das sich verflüchtigende Ammoniak immer wieder ersetzt werden muß.

Will man nun Gegenstände, wie Gardinen, Vorhänge und andere Drapperien, die keinen Farbenzusatz bedürfen, mit diesem Salz überziehen, so wird es in höchstens 20 Theilen Wasser gelös't und diese Gegenstände damit getränkt; eben so sollten alle Dekorationen auf Theatern gegen das flammende Verbrennen geschützt werden. Will man Holz damit anstreichen, so kann man etwas schwefelsaures Blei oder Baryt und etwas Kienruß zusetzen, um beliebige Farben zu erhalten.

Die auf diese Weise getränkten Gegenstände werden zwar auch vom Feuer ergriffen und zerstört, verbreiten aber die Flammen nur langsam weiter, so daß zeitig genug anderweite Hülfe geschafft werden kann.

Phosphorwasserstoff.

Man kennt nur eine Verbindung des Phosphors mit Wasserstoff, welche aber in zwei Modificationen bestehen kann; sie tritt nämlich in dem einen Fall als ein sich an der Luft von selbst entzündendes, in dem andern Fall als ein sich an der Luft nicht

von selbst entzündendes Gas auf; da ersteres bei seiner Verbrennung eine schöne Feuererscheinung zeigt, so stellte es Wilhelm dar: er gab ein Stück Phosphor in eine Retorte und füllte letztere vollkommen mit Kalilauge an; den Hals der Retorte brachte er unter Wasser, worauf er den Inhalt der Retorte erhitzte, wodurch der Phosphor unter Mithülfe des Kali auf das Wasser zersetzend wirken konnte; bald traten Luftblasen auf, welche sich, sobald sie mit der Luft in Berührung kamen, entzündeten und einen aufsteigenden kreisförmigen Rauch bildeten; diese Gasentwickelung und Selbstentzündung dauerte so lange, als noch etwas Phosphor in der Retorte enthalten war.

Der Phosphor schmilzt unter Wasser leicht mit Schwefel zusammen zu einer blaßgelben Flüssigkeit; wird diese Flüssigkeit etwas erhitzt, so zerfällt sie unter einer sehr starken Explosion, die für den Experimentator sehr gefährlich werden kann. Der Phosphor verbindet sich mit den Salzzeugern, mit dem Stickstoff, Kohlenstoff u. s. w., aber alle diese Verbindungen haben kein technisches Interesse.

Vom Bor.

In dem bekannten Borax ist eine Säure enthalten, welche aus einem eigenthümlichen Stoff und Sauerstoff besteht; ersterer hat wegen seines Vorkommens in dem Borax den Namen Bor oder Boron erhalten. Dieser Stoff ist für sich von gar keiner Wichtigkeit, aber seine Verbindung mit Sauerstoff und die dieser mit Natron haben

technisches Interesse. Beide Verbindungen kommen fertig gebildet in der Natur vor.

Der Borax findet sich vorzüglich in Asien mit einer seifenartigen Materie verbunden und kommt als Tinkal im Handel; als solcher wurde er früher auf eine wenig bekannte Weise in Venedig der sogenannten Raffination unterworfen. Der gereinigte Borax kam als venetianischer im Handel. Später aber fand man große Mengen natürlicher Boraxsäure an mehreren Orten Italiens und man benutzte sie, um durch Sättigen mit kohlensaurem Natron künstlichen Borax darzustellen, so daß jetzt derselbe meist auf diese Weise bereitet wird.

Um die Boraxsäure rein darzustellen, wird entweder die natürliche geglüht, um die organischen Stoffe zu zerstören, und dann durch Lösen in heißem Wasser in Krystallen erhalten oder der Borax wird in seinem in Wasser gelös'ten Zustand durch Schwefelsäure zersetzt, wobei sich die Boraxsäure beim Erkalten der Flüssigkeit in Krystallen abscheidet, die durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt werden.

Diese Krystalle enthalten gegen 44 % Wasser, welches sie beim Erhitzen unter starkem Aufblähen entlassen und sich zuletzt in eine farblose Glasmasse verwandeln, welche an der Luft trübe wird und endlich zerfällt. Die Borsäure ist feuerbeständig und zersetzt daher im Feuer selbst die Verbindungen der stärksten Säuren mit den Basen, weßhalb sie zu Löthrohrversuchen benutzt wird, da sie gewöhnlich mit den aufgenommenen Oxyden eigenthümlich gefärbte Gläser bildet.

Sie verliert in der stärksten Hitze keinen Sauerstoff, weßhalb sie selbst die mit ihr in der Hitze behandelten Metalle nicht oxydirt, wenn diese den Sauerstoff nicht aus einer anderen Quelle beziehen können. Ein eigenthümliches Verhalten der Borsäure, wodurch sie auch leicht in ihren Verbindungen erkannt werden kann, ist das, daß sie in Alkohol gelös't der Flamme desselben eine zeisiggrüne Färbung mittheilt, wie Wilhelm seinen Freunden zeigte, indem er fürerst reine Borarsäure und dann Borax und Schwefelsäure mit Alkohol vermengt anbrannte.

Die Borarsäure dient zum Färben des Goldes, indem dieses beim Schmelzen mit dieser Säure blaßgelb wird, zur Darstellung von Glasflüssen und Flintglas und auch in der Kattundruckerei.

Das borarsaure Natron oder der Borax enthält ebenfalls viel Krystallwasser, bläht sich beim Erhitzen auf und verwandelt sich zuletzt in ein farbloses Glas, welches nur sehr langsam an der Luft trübe wird und endlich zerfällt. Er wird häufiger als die Borarsäure zu Löthrohrversuchen, zum Löthen, zur Darstellung feiner und leichtflüssiger Gläser, des Straßes und der Glasuren angewendet und ist ein vorzügliches Schweißmittel des Eisendrahtes, um daraus Flintenläufe und andere Gegenstände zu verfertigen; kommt nämlich der Draht aus dem Drahtzug, so rostet er schnell; wird er aber in eine Boraxlösung getaucht, so geschieht dieses nicht und der anhängende Borax begünstigt im Feuer die Vereinigung der einzelnen Drahte zu einem Ganzen.

Das aus der Borsäure durch Erhitzen mit Kalium gewonnene Bor ist ein grünlich braunes Pulver, welches durch Oxydation mit Königswasser oder Salpeter und beim Verbrennen in Sauerstoffgas 6 Mischungsgewichte Sauerstoff aufnimmt und sich in Boraxsäure wiederum verwandelt. Es verbindet sich, außer mit Sauerstoff, auch mit Wasserstoff, Chlor, Schwefel und Fluor; aber keine dieser Verbindungen hat ein technisches Interesse.

Vom Silicium.

Dieser Stoff ist noch niemals rein vorgefunden worden, aber mit Sauerstoff verbunden ist er einer der häufigsten Bestandtheile unserer Erdrinde, sowohl im reinen Zustand als mit anderen Stoffen verbunden, wodurch er die verschiedenen steinartigen Verbindungen bildet.

Das Siliciumoxyd, bekannter unter dem Namen Kieselerde oder Kieselsäure, findet sich in der Natur zuweilen ganz rein vor und bildet dann rein durchsichtige, farblose Krystalle, wie z. B. den Bergkrystall und Quarz, mit wenigen anderen Stoffen verbunden den Achat, mit Wasser den Opal, mit etwas Thonerde, Eisenoxyd und Wasser den Feuerstein, mit mehr Thonerde und Eisenoxyd, Kali, Natron und Magnesia den Bimsstein. Der gewöhnliche Sand und Sandstein sind ebenfalls mehr oder minder reine Kieselerde von körniger Beschaffenheit, welche zu verschiedenen technischen Zwecken benutzt werden.

Die Kieselerde verbindet sich mit den meisten Metalloxyden im Feuer, treibt die stärksten Säuren aus und bildet dann die verschiedenen Arten des Glases, der Töpferwaaren und verschiedenen Porcellanarten, die Mauersteine u. s. w., wenn sie mit den gehörigen Materialien verbunden wird. Sie ist, wie sie von der Natur dargeboten wird, in Wasser völlig unlöslich; wird sie aber mit einer concentrirten Auflösung eines starken Alkali gekocht oder im trockenen Zustand mit diesem geglüht, so verbindet sie sich mit ihnen und bildet dann eine in Wasser lösliche Verbindung, welche bei Zusatz von schwachen Säuren aber wieder zersetzt wird, indem sich die Kieselerde in einer gelatinösen Form ausscheidet; es theilt also die Kieselerde die Eigenschaften der Borsäure und Phosphorsäure, auf trockenem Wege die stärksten Säuren aus ihren Verbindungen abzuscheiden, auf nassem Wege aber von diesen aus ihren Verbindungen abgeschieden zu werden, und in dieser Beziehung ist die Kieselerde die schwächste Säure, da sie selbst durch die Kohlensäure der Luft aus ihren reinen Verbindungen mit Alkalien abgeschieden wird.

Die aus ihren Verbindungen abgeschiedene Kieselerde ist eine gelatinöse Substanz, die sich etwas in Wasser und besonders in kohlensäurehaltigem Wasser und auch in allen Säuren lös't, aber ohne dieselben zu sättigen, und aus diesen durch Verdünnen mit Wasser größtentheils wieder abgeschieden wird; in den fixen Alkalien lös't sie sich sehr leicht, auch ziemlich in kohlensauren Alkalien und bildet dann kieselsaure Alkalien. Diese bilden die Grundlagen der verschiedenen Glassorten; sie sind, wie eben gesagt, in Wasser

löslich, verlieren aber diese Eigenschaft, wenn sie in schmelzendem Zustand mit anderen kieselsauren Oxyden verbunden werden, und stellen dann die verschiedenen Glassorten dar.

Die wichtigsten dieser Verbindungen sind folgende: Kieselsaures Kali, erhalten durch Schmelzen von 10 Theilen kohlensaurem Kali mit 15 Theilen Quarzsand, ist durchsichtig, glasartig, besteht aus 1 Mischungsgewicht Kali und 6 Mischungsgewichten Kieselerde; lös't sich nicht in kaltem, wohl aber im gepulverten Zustand in kochendem Wasser. Kieselsaures Natron, von derselben Zusammensetzung, wenn statt des kohlensauren Kali die entsprechende Menge kohlensaures Natron mit Kieselerde geschmolzen worden ist; lös't sich ebenfalls in Wasser. Kieselsaures Kali-Natron; werden 70 Theile kohlensaures Kali, 54 Theile kohlensaures Natron, 152 Theile Quarz und 12 Theile Kohlenpulver zusammengegeben, so erhält man ein Gemenge, welches in der Glühhitze viel leichter zur gegenseitigen Einwirkung gebracht wird, indem die Kohle auf die Kohlensäure desoxydirend wirkt und dadurch die schnellere Entfernung derselben bedingt. Die Masse kommt leicht in Fluß, wird bei ruhigem Fluß ausgeschöpft und nach dem Erkalten und Zerkleinern mit dem sechs- bis achtfachen seines Gewichtes Wasser gekocht, bis es sich gelös't hat.

Diese drei Arten des Glases sind für Gefäße untauglich; sie werden im Allgemeinen Wasserglas genannt und dienen in ihrem in Wasser gelös'ten Zustand als Feuerschutzmittel, indem leicht brennbare Substanzen damit überstrichen werden. Sie eignen sich aber

hiezu nicht so gut, wie das phosphorsaure Ammoniak, da sie biegsame Zeuge hart und brüchig machen; außerdem werden sie durch die Kohlensäure der Luft zersetzt und das gebildete kohlensaure Alkali wirkt auf die vegetabilischen Stoffe moderbildend. Hat man daher solche Gegenstände mit Wasserglas überzogen, so verhindern sie zwar bei einem eintretenden Brand die schnelle Verbreitung des Feuers, aber sie werden mit der Zeit durch die Wirkung der kohlensauren Alkalien zerstört.

Kieselsaures Kali oder Natron mit kieselsaurer Kalkerde ist das Kron-, Tafel- und Spiegelglas.

Kieselsaures Kali oder Natron mit kieselsaurem Kalk, Magnesia und Eisenoxydoxydul ist das gewöhnliche Flaschenglas.

Kieselsaures Kali oder Natron mit kieselsaurer Baryt- oder Strontiaerde ist das Baryt- und Strontiaglas, welches zu optischen Zwecken dienlich ist.

Kieselsaures Kali oder Natron mit kieselsaurem Wismuthoxyd ist das Wismuthglas, welches statt des Flintglases zu optischen Zwecken benutzt werden kann.

Kieselsaures Kali oder Natron mit kieselsaurem Bleioxyd in verschiedenen Verhältnissen stellt das Krystall- und Flintglas dar, welches sich durch seine leichte Schmelzbarkeit auszeichnet.

Alle diese Verbindungen sind in Wasser unlöslich und können durch Schmelzen mit kohlensauren Alkalien und Uebergießen mit

Salzsäure in den löslichen Zustand übergeführt werden, worauf die Untersuchung der kieselsauren Verbindungen, der natürlichen wie der künstlichen, beruht.

Zur Darstellung des feineren Glases dienen eisenfreier Quarz, Potasche, Soda, Glaubersalz, Kreide und Mennige, für gewöhnliches Glas aber Sand, Asche, schwefelsaures Kali, schlechte Sodasorten, Seifensiederäscher, Hüttenschlacken und Basalt, zuweilen auch Kohle. Die verschiedenen Gemenge dieser Substanzen werden erst gefrittet, d. h. sie werden in einem Ofen von dem Wasser und den flüchtigen Bestandtheilen befreit und dann in große Thontiegeln, in die sogenannten Glashäfen nach und nach gegeben, bis die eingetragene gefrittete Masse jedesmal niedergeschmolzen ist; bei dem andauernden Schmelzen scheidet sich die sogenannte Glasgalle, das Chlorkalium oder Chlornatrium, ab und wird abgeschöpft oder bei geringen Mengen der Verflüchtigung überlassen. Wenn das Glas sich vollkommen abgeläutert hat, läßt man die Temperatur des Ofens sinken, damit die Glasmasse zähe und zum Verblasen tauglich gemacht wird.

Wird Flußspath, Kieselsand und Schwefelsäure erhitzt, so erhält man ein farbloses, stechend saures Gas, bestehend aus gleichen Mischungsgewichten Silicium und Fluor, welches in Wasser geleitet, unter Abscheidung von Kieselerde in Kieselfluorwasserstoffsäure, aus gleichen Mischungsgewichten Kieselfluor und Fluorwasserstoffsäure bestehend, verwandelt wird; wird diese mit einer Auflösung eines Kalisalzes vermischt, so bildet sich ein gelatinöser, mit Farben

pielender Niederschlag, Kieselfluorkalium, welches im trockenen Zustand mit Kalium erhitzt in Fluorkalium und Kiesel (Silicium) zerfällt; wird ersteres durch Wasser entfernt, so hinterbleibt letzteres rein als ein dunkelbraunes Pulver, welches in diesem Zustand an der Luft erhitzt, mit Lebhaftigkeit zu Kieselerde verbrennt, aber sich durch keine Substanz mehr oxydiren läßt, wenn es zuvor bei Luftabschluß bis zum Zusammensintern erhitzt worden ist.

Von den metallischen Stoffen.

Bis jetzt hatte Wilhelm seinen Freunden die Angaben über die Darstellung und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Verbindungen durch das Experiment dargethan; in der Beschreibung der nun folgenden Stoffe, der Metalle, mußte er diese Weise verlassen, da sich die Thatsachen vermehren, und sich nur auf die Beschreibung der Darstellung, Eigenschaften und Anwendung der Metalle und ihrer Verbindungen mit den nicht metallischen Stoffen beschränken, von denen jedoch hier bloß die leichten Metalle abgehandelt werden sollen.

Von den Leichtmetallen.

Alle Alkalien, alkalische Erden und reine Erden sind Verbindungen des Sauerstoffes mit verschiedenen Metallen, von denen jedoch keines ein technisches Interesse hat, während erstere mehr

oder minder entweder in reinem Zustand oder in ihren Verbindungen mit Säuren von großer Wichtigkeit für das technische Leben sind.

Die Darstellung dieser Metalle ist sehr schwierig und mit großem Kostenaufwand verbunden, so daß dasjenige Metall, welches unter diesen am leichtesten zu gewinnen ist, noch den mehr als hundertfach größeren Werth hat, als der seiner Verbindung ist, aus welcher es gewonnen wird; es ist dieses das Kalium, dessen Bereitung Wilhelm seinen Freunden kurz angeben wollte, da es zur Ausscheidung fast aller anderen Metalle dieser Art benutzt wird.

Der gewöhnliche Weinstein, der sich aus den Weinen absetzt, ist eine Verbindung von Kali und Weinsteinsäure; wird er in verschlossenen Gefäßen erhitzt, so wird letztere, da sie eine organische Substanz ist, zersetzt; es hinterbleibt Kali mit Kohlensäure verbunden und mit der überschüssigen Kohle der Weinsteinsäure vermengt. Wird diese kohlige Masse mit 1/6 ihres Gewichtes Pflanzenkohle vermengt und dann in verschlossenen Gefäßen der stärksten Hitze ausgesetzt, so wirkt die Kohle auf das Kali zerlegend und ein Metall, das Kalium, wird frei. Da dieses aber flüchtig ist und sehr begierig wieder Sauerstoff anzieht, es mag ihn frei oder gebunden vorfinden, so muß der Prozeß seiner Gewinnung in einem eisernen Destillirgefäß vorgenommen und die auftretenden Dämpfe in eine Flüssigkeit geleitet werden, welche keinen Sauerstoff oder keinen anderen, diesem in seinem Verhalten ähnlichen Körper enthält. Eine solche Flüssigkeit ist das zu wiederholten Malen rectificirte Steinöl, welches bloß aus Kohlenstoff und Wasserstoff

besteht, die beide nur wenig Neigung haben, sich mit Metallen zu verbinden. Wird das übergegangene noch mit anderen Substanzen verunreinigte Kalium nochmals aus einem eisernen Gefäß destillirt, so geht das Kalium als eine silberweiße Substanz über, die unter reinem Steinöl aufbewahrt wird.

Die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden zeichnen sich besonders durch das Bestreben aus, sich mit anderen Stoffen zu verbinden. Werden sie der Luft ausgesetzt, so entziehen sie dieser nach und nach Sauerstoff und verwandeln sich in Oxyde, welche zu gleicher Zeit auch die Kohlensäure der Luft anziehen; sie oxydiren sich sehr leicht und schnell bei Berührung mit Wasser und die Wirkung des Kaliums auf Wasser ist so energisch, daß zugleich eine Feuererscheinung eintritt. Die Metalle der Erden oxydiren sich nicht so leicht, was um so merkwürdiger ist, da ihre Oxyde den Sauerstoff so fest gebunden enthalten, daß ihnen derselbe nicht entzogen werden kann und andere ihrer Verbindungen zur Darstellung derselben benutzt werden müssen.

Von den Verbindungen des Kaliums.

Kaliumoxyd oder Kali.

Wilhelm warf etwas Kalium in eine Schale, in welcher sich etwas reines Wasser befand; ersteres entzündete sich augenblicklich und brannte unter fortwährender Bewegung so lange, bis es gänzlich verschwunden war. Das Wasser hatte dabei einen laugenhaften Geschmack angenommen und färbte das geröthete Lakmuspapier blau.

Das Metall hatte sich nämlich oxydirt und in diesem Zustand in Wasser gelös't. Diese Lösung des Oxydes wird sehr vielfältig gebraucht, aber dann nicht durch Oxydation des Metalles, sondern durch Entsäuerung eines seiner Salze dargestellt.

Zu diesem Zwecke wird die Potasche benutzt; diese besteht nämlich hauptsächlich aus Kali und Kohlensäure und entläßt letztere, wenn sie mit einer Substanz in Berührung kommt, welche sie mächtiger anzieht. Der gebrannte Kalk eignet sich hierzu am besten. Wird daher Potasche in 10 bis 12 Theilen Wasser gelös't und mit 1 bis 1½ Theilen frisch gebranntem und gelöschtem Kalk in Berührung gesetzt, so entzieht letzterer schon bei gewöhnlicher Temperatur, aber nicht sehr schnell, der Potasche die Kohlensäure und verwandelt sich in kohlensauren Kalk, welcher gänzlich unlöslich ist. Wird eine Mischung in den oben angegebenen Verhältnissen erhitzt, so ist die gegenseitige Einwirkung schon in einer halben Stunde beendigt. Man läßt dann die trübe Flüssigkeit in einem gut verschlossenen Gefäß so lange ruhig stehen, bis sie vollkommen hell geworden ist, gießt sie von dem Bodensatz ab und dampft sie sehr schnell ein, entweder bis sie ein bestimmtes specifisches Gewicht hat oder bis zur Trockne. Für technische Zwecke ist gewöhnlich nur erstere nothwendig, da man aus ihrem specifischen Gewicht annähernd auf ihren Gehalt an reinem Kali schließen kann. Für andere Zwecke wird sie vollkommen eingedampft und hierauf geschmolzen, wodann sie entweder auf eine Eisenplatte oder in eine Stengelform gegossen wird und als Aetzkali oder Aetzstein bekannt ist.

Zu letzterem Zweck müssen aber die oben angegebenen Materialien ganz rein sein, nämlich gereinigte Potasche und Kalk aus Marmor verwendet werden, während für technische Zwecke gewöhnliche Potasche und Kalk aus Kalkstein hinreichend ist. Man verfährt auch noch einfacher; es wird nämlich die Holzasche, aus welcher die Potasche gewonnen wird, nicht von letzterer befreit, sondern sogleich, je nach ihrer Güte, mit 10—20% gebranntem Kalk im angefeuchteten Zustand vermischt und zu Haufen geformt. Durch die Feuchtigkeit der Asche löscht sich der Kalk und verwandelt sich in ein weißes Pulver; die Haufen werden dann gut untereinander gemengt und dann in ein Faß, dem sogenannten Aescherfaß, welches einen doppelten Boden und zwischen diesen einen Hahn hat, gegeben; der obere Boden ist durchlöchert und mit Stroh bedeckt. Die Asche wird fest eingedrückt und dann mit Wasser übergossen, welches langsam in die Asche eindringt, die Potasche auflös't, welche aber sogleich durch den Kalk von ihrer Kohlensäure befreit wird und als Kalilauge in den Zwischentheil des Fasses einläuft. Hat sich der untere Theil angefüllt, so wird die Flüssigkeit durch den Hahn abgelassen und dann entweder in diesem Zustand benutzt oder durch Wasser verdünnt.

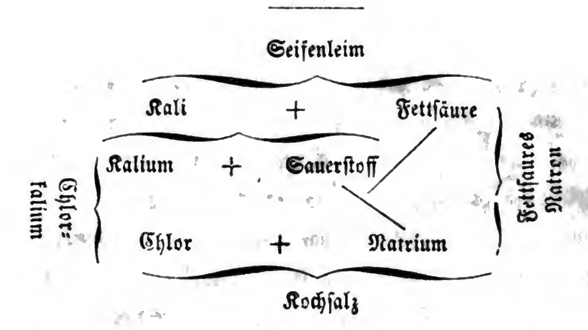
Hat man reine Materialien zur Darstellung der sogenannten Kalilauge angewendet, so hinterbleibt beim Verdampfen und Schmelzen eine weiße Substanz, das Kaliumoxyd, welches aus gleichen Mischungsgewichten Kalium und Sauerstoff besteht, aber auch zugleich 1 Mischungsgewicht Wasser zurückhält, welches ihm nicht

durch Erhitzen entzogen werden kann; es schmeckt scharf und brennend und zerstört augenblicklich die Haut. Es zieht ungemein stark die Feuchtigkeit an und löset sich schon in ½ Theil Wasser, wirkt auf alle thierische Substanzen zerstörend und lös't Fette, Oele und Harze. Es ist die mächtigste Basis und ziehet leicht alle sauren Substanzen an, wenn sie dieselben vorfindet; so entzieht es den Luftarten ungemein schnell die Kohlensäure und wirkt in seinem in Wasser gelös'ten Zustand auf die Kieselerde und Thonerde gläserner und irdener Gefäße lösend, so daß es eigentlich nicht in solchen Gefäßen aufbewahrt werden darf, wenn die genannten Erden von schädlichem Einfluß auf die Verwendung des in Wasser gelös'ten Kali sind; für die meisten technischen Zwecke ist aber ein Gehalt dieser Substanzen weniger schädlich als die Kohlensäure und man muß daher die Kaliflüssigkeit immer gegen den Zutritt der Luft schützen, was im Großen dadurch geschieht, daß man sie mit einer zolldicken Schicht von Oel bedeckt. Auch auf Schwefel und einige Schwefelmetalle wirkt das Kali lösend.

Die hauptsächlichste Anwendung findet die Kalilauge in der Seifensiederei, weßhalb sie auch Seifensiederlauge heißt, und in der Bleicherei; im ersten Falle bedient man sich gewöhnlich der aus Holzasche und Kalk erhaltenen, im anderen Fall der aus Potasche und Kalk dargestellten Lauge.

Alle flüssige und feste Fette bestehen nämlich aus zwei näheren Bestandtheilen, der Fettsäure, welche in drei verschiedenen Modifikationen vorkommt, und aus einem eigenthümlichen süßen Stoff,

Oelsüß oder Glycerin, welches die Rolle einer Basis gegen die Fettsäuren spielt. Werden sie mit reinen Alkalien behandelt, so verbinden sich diese mit der Fettsäure und das Glycerin wird abgeschieden. Das fettsaure Alkali ist in Wasser löslich und stellt weiche Seifen dar, wenn Kali zur Verseifung verwendet worden ist, und harte Seifen, wenn Natron angewendet worden ist. Wo das Natron billig zu erhalten ist, wird jetzt gewöhnlich dieses sogleich zur Darstellung der harten Seifen benutzt. In Gegenden aber, wo die Holzasche leicht zu erhalten ist, wird zuerst weiche Seife und aus dieser durch doppelte Wahlverwandtschaft harte Seife dargestellt. Man verfährt dabei im Allgemeinen auf folgende Weise: starke Kalilauge, wie sie aus Holzasche und Kalk gewonnen wird, wird in eisernen Kesseln erhitzt und dann der Talg oder das Fett zugesetzt; bei mäßigem Aufwallen wird nach und nach mehr Lauge zugesetzt, bis sich das Fett in eine zähe, leimartige Masse verwandelt hat, welche Seifenleim genannt wird und die Verbindung des Kali mit der Fettsäure darstellt. Ist die Verseifung so weit fortgeschritten, so wird die gebildete Seife durch Kochsalz zersetzt, was im gemeinen Leben das Aussalzen genannt wird. Das Natrium des Kochsalzes verbindet sich nämlich mit dem Sauerstoff des Kali und in diesem oxydirten Zustand mit der Fettsäure, während sich das Chlor mit dem freigewordenen Kalium verbindet, in dem vorhandenen Wasser löst und dadurch die möglichst vollständige Ausscheidung des fettsauren Natrons bedingt. Der Prozeß wird durch nachstehendes Schema erläutert:



Die Seife scheidet sich auf der Oberfläche der Salzauflösung ab; sie muß aber, damit sie gehörig fest und weiß wird, mit immer schwächerer Lauge einigemal umgekocht und ausgesalzen werden. Es ist also der gewöhnliche Seifenbildungsprozeß ein sehr interessanter, und erst in der neuesten Zeit ist seine Natur gehörig erforscht worden.

Bei dem Bleichen des Flachses oder der Leinwand wird die Behandlung oder das sogenannte Bäuchen mit Lauge deßhalb vorgenommen, um jene von den durch das Entschlichten nicht weggenommenen fremden, so wie von den dadurch darauf niedergeschlagenen Bestandtheilen zu befreien.

Da die Kalilauge sich so leicht mit fettigen Stoffen verbindet, so ist sie ein sehr gutes Reinigungsmittel für solche Substanzen, die selbst dadurch keine Veränderung erleiden, z. B. für leinene und baumwollene Zeuge, aber nicht für wollene Tücher, denn diese können sehr leicht verändert werden. Aber eine solche Veränderung bezweckt man mit wollenen Tüchern bei ihrer Bereitung, jedoch mit

Vorsicht; die Kalilauge dient nämlich hier dazu, die wollene Fäden gleichsam zu einem Ganzen zu vereinigen, was das Filzen genannt wird. Gewöhnlich bewerkstelligt man aber das vollständige Filzen nicht durch reine Kalilauge, sondern nach der ersten Einwirkung derselben wird es durch Seife fertig gefilzt oder gewalkt, wodurch zugleich besonders das feinere Tuch in der Walke gehoben wird.

Für die angeführten Zwecke ist es oft nothwendig, daß der Fabrikant die Stärke seiner Kalilauge kennt. Man kann zwar aus dem specifischen Gewicht auf den Gehalt an Kali prüfen, aber dann darf die Lauge keine fremden Salze aufgelös't enthalten. Am zweckmäßigsten ist es, die Stärke der Kalilauge durch die Größe der Sättigungscapacität gegen eine Säure, z. B. Schwefelsäure zu erforschen; man vermischt nämlich eine bestimmte Menge concentrirte Schwefelsäure von 1,85 specifischem Gewicht, welche dann aus gleichen Mischungsgewichten wasserfreier Schwefelsäure und Wasser besteht, mit der 8fachen Gewichtsmenge Wasser und setzt dann nach und nach so lange von einer abgewogenen Menge Kalilauge zu, bis das blaue Lakmuspapier nicht mehr verändert wird, wenn man dieses in die Flüssigkeit taucht; es darf aber auch nicht mehr Kalilauge zugesetzt werden, als hierzu gerade erforderlich ist; man bestimmt dann den rückbleibenden Theil der Kalilauge, wodurch man die Menge des verbrauchten Theiles erfährt. Die Berechnung wird dann nach den Mischungsgewichten beider Substanzen gestellt, denn erstere entsprechen genau dem Neutralitätszustand der Flüssigkeit. Hätte man z. B. ein Theil concentrirte Schwefelsäure mit Wasser

vermischt und zur Sättigung derselben 12 Theile Kalilauge gebraucht, so sind darin 0,963 Theile wasserfreies Kali enthalten; denn in 1 Theil Schwefelsäure ist 0,816 Theile wasserfreie Schwefelsäure enthalten, welche die angegebene Menge Kali zur Sättigung bedürfen, da sich das Mischungsgewicht der Schwefelsäure = 40 zu dem des Kali = 47,2, wie 0,816 zu 0,963 verhält.

Das Kali verhält sich gegen mehrere Metalle wie eine Säure, d. h. es bestimmt nämlich dieselben, bei Gegenwart von Wasser, letzteres zu zersetzen, indem sie denn Sauerstoff aufnehmen und Wasserstoff in Freiheit setzen. Einen solchen Prozeß hatte Wilhelm schon bei der Bereitung des Wasserstoffgases angedeutet, wo nämlich dieses aus Zink mittels Kalilauge entwickelt werden soll; auch Kupfer erleidet eine ähnliche Verwandlung und es wird daher das Reinigen des Kupfers mittels Kalilauge immer mit einer Verminderung des ersten verbunden sein. Im trocknen und erhitzten Zustand bestimmt es sogar mehrere Oxyde, noch mehr Sauerstoff aufzunehmen und sich in Säuren zu verwandeln, was Wilhelm seinen Freunden sogleich zeigen konnte; er gab in einen silbernen Löffel etwas Braunsteinpulver, welches bekanntlich das Hyperoxyd des Mangans ist, goß etwas concentrirte Kalilauge darauf und erhitzte den Löffel über der starken Flamme einer Spirituslampe; als das Wasser verdunstet war, wurde eine Umänderung der Farbe wahrnehmbar, die Masse wurde nämlich mit der Zeit grün, und lös'te sich nach dem Erkalten mit grüner Farbe in Wasser. Hier bestimmte das Kali einen Theil des Hyperoxydes aus dem anderen

Theil Sauerstoff aufzunehmen, sich in eine Säure zu verwandeln und in diesem Zustand mit dem Kali ein grünes Salz zu bilden.

Das Kali dient noch zu verschiedenen anderen Zwecken, z. B. zu Reinigung des Branntweins von Fuselöl, mit welchem es sich gleichfalls verbindet, zur Darstellung von Oxalsäure, indem es beim Erhitzen mit mehreren organischen Substanzen diese in Oxalsäure verwandelt, zur Schützung des Eisens gegen Rost und verschiedenen anderen Zwecken.

Das reine Kali kann sehr leicht erkannt werden dadurch, daß es alle in Wasser schwer- oder unlöslichen Metalloxyde aus ihren Verbindungen mit Säuren abscheidet; in seinen Verbindungen mit Säuren läßt es sich genau dadurch nachweisen, daß es durch Weinsteinsäure als ein saures Salz, welches sich nur schwierig in Wasser lös't und unter dem Namen Weinstein bekannt, und durch Platinchlorid als ein Doppelsalz von Platinchlorid und Chlorkalium niedergeschlagen wird; noch andere aber seltener in Anspruch genommene Erkennungsmittel sind die Kieselfluorwasserstoffsäure und die Kohlenstickstoffsäure; erstere bringt in Auflösungen von Kalisalzen einen gelatinösen und opalisirenden Niederschlag hervor, letztere einen gelben in kochendem Wasser löslichen Niederschlag, der sich beim Erkalten in langen Nadeln abscheidet, welche im trockenen Zustand beim Erhitzen verpuffen.

Salpetersaures Kali oder Salpeter.

Die Bildung und Darstellung des Salpeters hatte Wilhelm seinen Freunden bei dem Artikel „Salpetersäure" beschrieben; hier hatte er ihnen noch die Eigenschaften und Anwendung derselben, welche meist wegen der Gegenwart der Salpetersäure in Anspruch genommen wird, anzugeben und einige Experimente zu diesem Behuf anzustellen.

Der Salpeter krystallisirt in mehr oder minder großen, sechsseitigen Säulen, welche von der Rothglühhitze in ölartigem Fluß kommen und bei höherer Temperatur Sauerstoffgas ausgeben, weßhalb er auch hierzu benutzt wird; es darf aber dann die Zersetzung nicht zu weit getrieben werden, indem zuletzt auch Stickstoffgas auftritt. Wird er mit brennbaren Körpern erhitzt, so entläßt er sehr leicht den Sauerstoff der Salpetersäure an diese und bildet dann, wenn das Verbrennungsprodukt ein saures ist, ein neues Salz; ist dagegen das Verbrennungsprodukt ein basisches, so bleibt Kali mit dem Oxyd vermengt als eine geschmolzene Masse zurück. Diese Zersetzung ist gewöhnlich mit einer schönen Feuererscheinung und einem geringeren oder größeren Geräusch verbunden, welches unter manchen Umständen bis zu einem heftigen Knall gesteigert werden kann. Wilhelm zeigte seinen Freunden einige solcher Erscheinungen.

Er vermischte 100 Theile zerriebenen Salpeter mit 15 Theilen zerstoßener Kohle und warf dieses Gemische nach und nach in einen Tiegel, in welchem sich eine glühende Kohle befand; eine jede Portion entzündete sich augenblicklich unter Funkensprühen und Verbreitung eines dicken Rauches; die Ursache dieser Erscheinung ist, daß der Sauerstoff der Salpetersäure sich plötzlich mit der Kohle

verbindet und deßhalb die Feuererscheinung bedingt; die Hälfte der Kohlensäure verbindet sich mit dem freigewordenen Kali und die andere Hälfte entweicht mit dem freigewordenen Stickstoffgas und reißt zugleich etwas des neuen Salzes mit fort.

In einem anderen Tiegel, in welchem sich ebenfalls eine glühende Kohle befand, gab er ein pulveriges Gemenge von 100 Theilen Salpeter mit 16 Theilen Schwefel; es entzündete sich ebenfalls und verbreitete unter Ausstoßung rother Dämpfe dabei ein schönes weißes Licht; in diesem Prozeß wird der Schwefel durch den Sauerstoff der Salpetersäure ebenfalls oxydirt, Salpetergas wird frei und zieht aus der Luft Sauerstoff an, und die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali.

Wird aber ein Gemisch von Salpeter und Schwefel mit so viel Kohle erhitzt, daß letztere nicht allein den Sauerstoff der Salpetersäure, sondern auch den des Kali aufnimmt, so können dadurch wegen der großen Menge der dabei auftretenden Gasarten große Kraftäußerungen hervorgebracht werden, wenn die Entzündung in einem verschlossenen Raum geschieht. Ein solches inniges und durch Anfeuchten und heftige Bewegung in einem um seine Axe sich drehendes Gefäß in den gekörnten Zustand übergeführtes Gemenge ist das bekannte Schießpulver. Wird dieses durch einen glühenden Körper entzündet, so tritt die oben angegebene Zersetzung ein, die, wenn ein Mischungsgewicht Salpeter, drei Mischungsgewichte Kohle und ein Mischungsgewicht Schwefel auf einander gewirkt haben und jedes der Mischungsgewichte durch Grane repräsentirt, durch nachstehendes Schema erläutert wird:

Zusammensetzung und Produkte der Zersetzung des Schießpulvers.

1 Misch.Gew. = 101,2 Gr. Salpeter

1 M.G. = 47,2 Kali + 1 M.G. = 54 Salpetersäure

1 M.G. = 39,2 Kalium
+ 1 M.G. = 8 Sauerstoff

5 M.G. = 40 Sauerstoff
+ 1 M.G. = 14 Stickstoff

1 M.G. = 16 Schwefel und 3 M.G. = 18 Kohle = 66.

1 M.G. = 55 Schwefelkalium

= 1 M.G. = 14 Stickstoff und 3 M.G. = 66 Kohlensäure.

14 Gran Stickstoffgas nehmen aber schon bei gewöhnlicher Temperatur nahe 40 Kubikzoll und 66 Gran Kohlensäure nahe 114 Kubikzoll Raum ein, und es ist daher erklärlich, warum bei der Entzündung von 135,2 Gran Schießpulver in einem verschlossenen

Raum eine so große Kraft hervorgerufen wird, und außerdem durch die bei der Entzündung stattfindende Temperatur nicht allein die genannte Gase einen viel größeren Raum einnehmen, sondern auch das Schwefelkalium in Dampf verwandelt wird, dessen Menge aber nicht berechnet werden kann.

Die Hitze, welche sich bei den Verbrennungen mittels Salpeter entwickelt, ist sehr beträchtlich und ist im Stande, mehrere Metalle zum Schmelzen zu bringen. Man kann vermittels eines Gemenges von 3 Theilen Salpeter, 1 Theil Schwefel und 1 Theil Sägespähne, welches in eine Nußschaale gegeben wird, eine kleine Silbermünze zum Schmelzen bringen, wenn man dieses Gemenge entzündet.

Es gibt aber auch Mengungen des Salpeters mit anderen Substanzen, welche nicht in einem eingeschlossenen Raum eingeschlossen zu sein nöthig haben, um bei der Zersetzung mit einem starken Knall zu verbrennen. Ein solches Gemenge ist das sogenannte Knallpulver, welches aus 3 Theilen Salpeter, 2 Theilen Potasche und 1 Theil Schwefelpulver besteht. Wilhelm gab ungefähr einen halben Theelöffel voll eines solchen Gemenges auf einen eisernen Löffel und stellte unter diesen eine brennende Spirituslampe, wodurch nach einigen Minuten die gegenseitige Einwirkung der Bestandtheile des Pulvers unter einem starken Knall eingeleitet wurde.

Da beim Verbrennen brennbarer Substanzen durch Salpeter gewöhnlich eine schöne Lichterscheinung stattfindet, so benutzt man solche Gemische zu Feuerwerken; zu den Weißfeuermassen werden Gemenge von 48 Theilen Salpeter, 13¼ Theilen Schwefel und 7¼ Theilen Schwefelspießglanz oder 24 Theilen Salpeter, 7 Theilen Schwefel und 2 Theilen Realgar oder 75 Theilen Salpeter,

24 Theilen Schwefel und 1 Theil Kohle oder 100 Theilen Mehlpulver und 25 Theilen Gußeisenspähne benutzt.

Der Salpeter dient ferner zur Darstellung der Salpetersäure, zum Einpöckeln des Fleisches, um diesem eine schöne Röthe mitzutheilen, zur Erhaltung der Getreidearten und vielen anderen Zwecken.

Für den Techniker ist es oft nothwendig, die Reinheit des Salpeters zu erkennen und in unreinem Salpeter die Menge des reinen zu bestimmen. Für ersteren Zweck prüft man mit salzsaurem Baryt auf schwefelsaure Salze, mit salpetersaurem Silberoxyd auf Chloride, mit kohlensaurem Kali auf Kalk- und Talkerde und mit Schwefelwasserstoffwasser auf Metalle. Wird durch diese Substanzen ein geringerer oder größerer Niederschlag erhalten, so erforscht man, wenn die Reinigung des Salpeters nicht nothwendig ist, die Menge der Salpetersäure durch Verpuffen mit Schwefel, zu welchem Zweck ein Gemenge von 101,2 Theilen Salpeter mit 32 Theilen Schwefel noch mit 300 Theilen Glaspulver vermischt wird, um das Herumspritzen der Masse beim Verpuffen zu verhindern; die Masse wird so lange geglüht, bis der überschüssige Schwefel verbrannt ist und dann in Wasser gelös't mit salzsaurem Baryt niedergeschlagen, der Niederschlag ausgewaschen und nach dem Trocknen erhitzt. 101,2 Theile Salpeter müssen durch Verpuffen mit Schwefel so viel schwefelsaures Kali geben, daß dieses beim Zersetzen mit salzsaurem Baryt 116,6 Theile schwefelsauren Baryt gibt. Hatte man zuvor schon Schwefelsäure in dem Salpeter aufgefunden, so werden 101,2 Theile desselben mit salzsaurem Baryt niedergeschlagen, das Gewicht des schwefelsauren Baryts bestimmt und von dem des durch Verpuffen mit Schwefel erhaltenen abgezogen. 116,6 schwefelsaurer Baryt entsprechen 54 Theilen Salpetersäure oder 101,2 Theilen Salpeter und man kann daher durch vergleichende Rechnung leicht

einen unreinen Salpeter auf seinen wahren Gehalt an Salpeter bestimmen, wenn er nicht mit salpetersaurem Natron verunreinigt ist.

Der Salpeter, wie alle salpetersauren Salze lassen sich leicht dadurch erkennen, daß sie auf glühende Kohlen geworfen verpuffen. Noch besser ist es aber, entweder die durch Schwefelsäure zersetzten Salze auf organische Substanzen, wie z. B. Indigo wirken zu lassen, welcher durch die freie Salpetersäure gelb gefärbt wird, oder sie mit Schwefelsäure und Kupfer vermischt, in einem Entbindungsgefäß zu erhitzen, wobei die freiwerdende Salpetersäure durch das Kupfer zersetzt wird, indem sie dieses oxydirt und Salpetergas ausgibt, welches leicht dadurch erkannt wird, daß es an der Luft oder in Berührung mit reinem Sauerstoff rothe Dämpfe bildet. Für erstere Methode eignet sich die Auflösung des Indigos in Schwefelsäure; wird diese auf einem flachen Gefäß über einem Wasserbad abgedampft und dann eine concentrirte Auflösung des zu untersuchenden Salzes darauf getröpfelt, so werden die Stellen bei Gegenwart eines salpetersauren Salzes augenblicklich gelb, indem die Schwefelsäure der Indiglösung aus dem Salz die Salpetersäure frei macht, welche dann den Indig gelb färbt.

Kohlensaures Kali oder Potasche.

Wird die Asche der Hölzer, besonders aber der harten Hölzer, in großen Fässern, deren mehrere terassenförmig unter einander stehen, mit Wasser übergossen und das ablaufende Wasser auf das darunter stehende Faß geleitet u. s. f., so erhält man aus dem untersten Faß eine sehr concentrirte, laugenhaft schmeckende Flüssigkeit, welche hauptsächlich kohlensaures Kali, aber auch verschiedene andere

Salze aufgelöſ't enthält. Wird diese Flüssigkeit bis zur Trockne verdunstet, so erhält man wegen der vorhandenen organischen Substanzen eine braune Salzmasse, welche die rohe Potasche darstellt; wird diese in Flammöfen calcinirt, so verbrennen die organischen Beimengungen und man erhält eine feste, bläulichweiße, zuweilen aber auch grünlich gefärbte Salzmasse, welche calcinirte Potasche genannt wird. Um diese möglichst von ihren Beimengungen zu befreien, wird sie mit ihrem gleichen Gewicht reinem Wasser angerührt und so lange unter öfterem Umrühren in Berührung gelassen, bis sie vollkommen aufgeweicht ist, worauf man sie der Ruhe überläßt, die klare Flüssigkeit abgießt und den Rückstand auspreßt. Die Flüssigkeiten werden dann in einem reinen eisernen Kessel so weit verdampft, bis sich eine Salzhaut bildet; man überläßt sie dann der Erkaltung, wobei sich schwefelsaures und salzsaures Kali abscheidet; die helle Flüssigkeit wird nun so oft abgedampft, als sich genannte Salze abscheiden und dann bis zur staubigen Trockne eingedampft, wo die gereinigte Potasche als eine weiße Salzmasse zurückbleibt.

Aber auf diese Weise wird niemals ein reines kohlensaures Kali erhalten, indem es immer noch etwas von den erwähnten Salzen und von kieselsaurem Kali enthält; es ist jedoch für alle technische Zwecke hinreichend rein und wird sowohl in diesem als im rohen Zustand vielfältig gebraucht, wie unten angeführt werden soll.

Um reines kohlensaures Kali zu gewinnen, muß man pflanzensaure Kalisalze, wie Weinstein oder essigsaures Kali in eisernen Tiegeln verkohlen und calciniren, dann den Rückstand mit Wasser auslaugen und die Flüssigkeit zur Trockne verdunsten. Auch beim Verpuffen des Weinsteins mit Salpeter oder des Salpeters mit Kohle erhält man beim Auslaugen und Verdampfen ein sehr reines kohlensaures Kali.

Das kohlensaure Kali, es mag auf irgend eine Weise bereitet sein, schmeckt und reagirt alkalisch, löſt sich leicht in Wasser und zieht überhaupt sehr begierig Feuchtigkeit an, so daß es an feuchter Luft bald vollkommen zerfließt und deßhalb immer in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden muß. Deßhalb dient es auch zum Entwässern solcher Flüssigkeiten, welche selbst das Kali nicht lösen, wie z. B. des Weingeistes; übergießt man kohlensaures Kali mit gewöhnlichem Weingeist, so gibt letzterer den größten Theil seines Wassers an das kohlensaure Kali ab und dieses wird feucht oder breiartig; hierzu kann man am besten die calcinirte Potasche anwenden, die zwar in Weingeist lösliche Salze enthält, aber bei der Destillation desselben diese zurückläßt.

Die Anwendung der Potasche fällt in vielen Fällen mit der des reinen Kali zusammen, indem sie erst ihrer Kohlensäure beraubt wird; sie dient aber auch für sich zum Bleichen der Leinwand, wo sie kräftiger wirken soll, wie das aus einer gleichen Menge bereitete reine Kali; sie dient ferner zur Bereitung des Blutlaugensalzes, zum Niederschlagen verschiedener Metalloxyde behufs der Farbenbereitung, als Schmelzmittel für Glas und Töpferwaarenglasur u. s. w.

Um die Güte einer Potasche zu bestimmen, muß man ihren Gehalt an kohlensaurem Kali bestimmen, was auf gleiche Weise geschieht, wie es beim Kali angegeben ist, nämlich durch Sättigung mit Schwefelsäure. Man muß zuvor eine bestimmte Menge Potasche so lange glühen, bis sie kein Wasser mehr verliert und den gewogenen Rückstand in einer hinreichenden Menge Wassers auflösen, worauf man die Auflösung unter gelinder Erwärmung mit einer bestimmten Menge, einer zuvor mit einer bestimmten Menge Wassers verdünnten Schwefelsäure bis zur vollkommenen Neutralisation vermischt. 40 Theile wasserfreie oder 49 Theile concentrirte

Schwefelsäure zersetzen 79,2 Theile reines kohlensaures Kali, da dieses aus gleichen Mischungsgewichten Kali und Kohlensäure besteht, wornach leicht die Berechnung gemacht werden kann.

Cyankalium.

Diese Verbindung hat für sich gar kein technisches Interesse; sie bildet sich bei Behandlung der Kalilauge mit Blausäure oder beim Glühen der Potasche mit stickstoffhaltiger, eisenfreier Kohle. Wird aber im letzteren Fall zugleich Eisen der Einwirkung ausgesetzt, so bildet sich das nach seiner Darstellung bei dem Artikel „Cyan" beschriebene Cyaneisenkalium, dessen Gebrauch sehr vielfach ist und deßhalb hier nach seinen Eigenschaften und Anwendungen beschrieben werden soll.

Dieses Salz, welches unter dem Namen blausaures Eisenoxydulkali, auch bloß blausaures Kali und Blutlaugensalz bekannt ist, krystallisirt in citronengelben rechtwinklig vierseitigen Tafeln und enthält dann 12,76% oder 3 Mischungsgewicht Wasser, welches es in gelinder Wärme entläßt und dann zu einem weißen Pulver zerfällt. Es lös't sich ziemlich in Wasser und stellt dann eine Flüssigkeit dar, die verschiedene Metallauflösungen verschiedenfarbig niederschlägt und besonders mit zwei Metallen sehr ausgezeichnet schönfarbige unlösliche Verbindungen bildet, nämlich mit Eisenoxydsalzen das im reinen Zustand unter dem Namen Pariserblau, im unreineren Zustand als Berliner- oder Mineralblau bekannte Eisencyanür-Cyanid und mit Kupferoxydsalzen eine braunrothe Verbindung. Dieses Verhalten der Eisen- und Kupfersalze ist in der untersuchenden Chemie nicht allein

ein ausgezeichnetes Erkennungsmittel derselben, sondern wird auch benutzt, um mit Eisen- oder Kupfersalzen gebeizte Zeuge von Seide, Wolle, Baumwolle und Leinen oder auch selbst Papier durch Behandlung mit einer Auflösung des Blutlaugensalzes blau oder braunroth zu färben, und aus den Eisensalzen sehr schöne Farbkörper darzustellen.

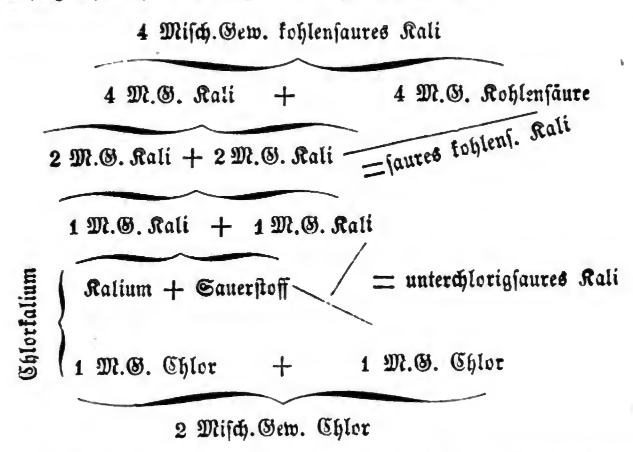
Chlorkalium oder salzsaures Kali.

Dieses Salz hat wenig technisches Interesse; es ist bloß deßhalb von Wichtigkeit, daß es sich bei der Zersetzung der Kaliseifen durch Kochsalz bildet und in diesem unreinen Zustand zur Alaunfabrikation benutzt wird (wovon weiter unten). Für diesen Zweck darf es nicht zu viel Kochsalz beigemengt enthalten. Es dient noch theils für sich, theils in Verbindung mit anderen Salzen zur Bereitung des künstlichen Eises, denn es bringt für sich schon beim Auflösen in 4 Theilen Wasser eine Temperaturerniederung von nahe 11,5° hervor. Dieses Verhalten kann man auch benutzen, und die Menge des Chlorkalium in dem beim Seifensieden erhaltenen Salz annähernd zu bestimmen, denn das Kochsalz vermindert die Temperatur in den oben angegebenen Verhältnissen nur um 2°; je weniger sich also die in der Lösung begriffene Flüssigkeit abkühlt, um so mehr ist Kochsalz vorhanden.

Unterchlorigsaures Kali, Javellische Lauge.

Wenn man in eine verdünnte Auflösung von kohlensaurem Kali so lange Chlorgas leitet, bis die Flüssigkeit das blaue Lakmuspapier

nicht mehr intensiver blau färbt, sondern dasselbe bleicht, so ist das kohlensaure Kali in drei neue Verbindungen, welche sämmtlich in Wasser löslich sind, umgeändert worden, nämlich in saures kohlensaures Kali, Chlorkalium und unterchlorigsaures Kali. Dieser Erfolg läßt sich durch folgendes Schema erläutern:



Die Lösung dieser drei Salze, wovon bloß das unterchlorigsaure Kali wirksam ist, wurde früher zum Bleichen der Leinwand und Kattune benutzt, wozu es aber jetzt durch den Chlorkalk verdrängt worden ist.

Chlorsaures Kali.

Wird durch die obige Lösung so lange Chlorgas geleitet, als die Flüssigkeit aufzulösen vermag, so wird auch das doppeltkohlensaure Kali und das unterchlorsaure Kali zersetzt und nebst Chlorkalium

eine höhere Oxydationsstufe des Chlors, die Chlorsäure gebildet, welche sich mit Kali verbindet und mit Chlorkalium vermengt, niederfällt. Die Bildung der Chlorsäure ist bei dieser selbst beschrieben worden. Der Niederschlag wird in kochendem Wasser gelös't, beim Erkalten scheidet sich das chlorsaure Kali ab, welches durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Dieses Salz stellt perlmutterglänzende Blättchen dar, welche in der Hitze leicht schmelzen und in erhöhter Temperatur allen Sauerstoff entlassen, weßhalb das Salz zur Darstellung des reinen Sauerstoffgases benutzt wird. Bei einem starken Stoß leuchtet und sprühet es unter Zersetzung, und sind brennbare Substanzen beigemengt, so verpufft es unter Feuererscheinung sehr heftig und kann für den Arbeiter sehr gefahrvolle Explosionen veranlassen; um im Kleinen zu zeigen, wie leicht das Salz zersetzt werde, rieb Wilhelm ein paar Blättchen desselben mit etwas Schwefel, wobei fortwährende kleine Explosionen statt fanden, ähnlich einem Peitschenknall. Der Schwefel entzieht nämlich sehr heftig der Chlorsäure ihren Sauerstoff und bildet Schwefelsäure, welche sich mit dem Kali verbindet, und schwefelige Säure, welche mit dem Chlorgas plötzlich entweicht und so den Knall verursacht. Das chlorsaure Kali wirkt überhaupt dem Salpeter sehr ähnlich, nur kräftiger; gibt man zu den Weißfeuermassen chlorsaures Kali statt des Salpeters, so brennen diese schneller mit sehr lebhaftem Feuer ab. Es ist auch statt des Salpeters bei der Schießpulverbereitung versucht worden, wovon man jedoch sehr bald wieder abging, da die Verfertigung, Aufbewahrung und der Transport eines solchen Präparats zu gefährlich ist; auch zur Füllung der Zündhütchen wurde ein Gemenge von chlorsaurem Kali, Schwefel und Kohle, oder von chlorsaurem Kali, Salpeter, Schwefel und Lycopodium angewendet,

aber wegen der auf das Eisen rostend wirkende Eigenschaft des bei der Zersetzung sich entwickelnden Chlorgases durch das Knallquecksilber verdrängt.

Das mit brennbaren Körpern vermengte chlorsaure Kali wird durch Schwefelsäure ebenfalls zersetzt und erstere dabei entzündet. Diese Eigenschaft ist zu den bekannten chemischen Feuerzeugen benutzt worden, in welchen mit einem Gemenge von 30 Theilen chlorsauren Kali, 10 Theilen Schwefelblumen und etwas Zinnober oder Berlinerblau, welches mit Gummi- oder Traganthschleim zu dickem Brei angemacht wird, überzogene und getrocknete Schwefelhölzer durch rauchende Schwefelsäure, womit in einem Glas Amianth angefeuchtet worden ist, damit die Schwefelsäure ihre Beweglichkeit verliere, entzündet werden. Diese Entzündung wird dadurch bedingt, daß die Schwefelsäure zuerst das chlorsaure Kali und dann die Chlorsäure selbst zersetzt, der freigewordene Sauerstoff sich aber so plötzlich mit dem Schwefel und den anderen brennbaren Stoffen verbindet, daß Entzündung erfolgt, welche sich dem Schwefel und von diesem dem Holz mittheilt.

Aber auch die Eigenschaft des chlorsauren Kali, in Berührung mit brennbaren Substanzen sich durch bloßes Reiben zu zersetzen und die brennbaren Substanzen zu entzünden, ist zu den sogenannten Streichfeuerzeugen benutzt worden. Es wird zu diesem Behuf ein Gemenge von 12 Theilen chlorsaurem Kali und 13 Theilen Schwefelantimon mit Gummi- oder Traganthschleim angemacht und damit entweder Schwefelhölzer oder ein Theil eines Stückes Schwamm überzogen. Ist die Masse trocken, so entzündet sie sich beim Reiben an rauhen Körpern.

Bei allen diesen Verwendungen des chlorsauren Kali und der Bereitung der angeführten Zündmischungen muß aber immer

berücksichtigt werden, daß die Entzündung der Masse sehr leicht durch irgend einen Zufall eingeleitet und der Arbeiter durch die dabei stattfindende Explosion größerer Gemenge lebensgefährlich verwundet werden kann. Um solchen Unglücksfällen vorzubeugen, muß das chlorsaure Kali für sich mit etwas Wasser abgerieben und dann erst die anderen Beimengungen im feinzertheilten Zustand zugesetzt und das Gemische überhaupt immer im feuchten Zustand verarbeitet werden.

Das chlorsaure Kali enthält oft noch Chlorkalium beigemengt und wird oft absichtlich mit Salpeter vermischt, da es ein ziemlich theures Salz ist. Beide Beimengungen können aber leicht erkannt werden; denn ist ersteres der Fall, so gibt eine Auflösung des chlorsauren Kali einen weißen Niederschlag, wenn sie mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt wird, und ist letzteres der Fall, so hinterbleibt beim Glühen des chlorsauren Kali kein reines Chlorkalium, sondern auch etwas freies Kali, welches leicht durch seine alkalische Reaction auf Lakmus- oder Curcumapapier erkannt wird.

Schwefelkalium.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Kalium in verschiedenen Verhältnissen, von denen jedoch zwei nur Verbindungen der anderen Schwefelungsstufen unter einander sind. Nur eine diese Verbindungen erregt Interesse, da sie als die Radikal des schwefelsauren Kali angesehen werden kann, und in einem gewissen vermengten Zustand die Entzündung der brennbaren Beimengungen und ihrer selbst einleiten kann.

Diese Verbindung wird erhalten, wenn neutrales schwefelsaures Kali mit einer hinreichenden Menge Kohle so lange in verschlossenen

Gefäßen erhitzt wird, bis die Masse ruhig fließt; durch 4 Mischungsgewichte Kohle wird aus 1 Mischungsgewicht schwefelsauren Kali aller Sauerstoff aufgenommen und in Kohlenoxydgas verwandelt, welches entweicht; der gebildete Schwefelkalium hat dann eine zinnoberrothe Farbe, löst sich leicht in Wasser, verbindet sich mit denjenigen Schwefelmetallen, deren Metalle mit der entsprechenden Menge Sauerstoff Säuren bilden, und verbrennt an der Luft erhitzt wieder zu schwefelsaurem Kali.

Wird mehr Kohle zur Zersetzung des schwefelsauren Kali angewendet, als nothwendig ist, so erhält man ein Gemenge von höchst fein zertheiltem Schwefelkalium und Kohle, welches an der Luft so begierig Sauerstoff anzieht, daß es sich von selbst entzündet. Wegen dieser Eigenschaft wird es Pyrophor genannt; er bildet sich zuweilen auch beim Abschießen der Kanonen, wenn das Schießpulver zu viel Kohle enthält, und er kann daher für die Kanoniers leicht höchst gefährlich werden, da dadurch eine Entzündung des frisch aufgeladenen Pulvers verursacht werden kann.

Schwefelsaures Kali. Dieses Salz wird in mehreren Prozessen als Nebenprodukt gewonnen, und da sein Verbrauch nicht sehr groß ist, niemals aus seinen Bestandtheilen zusammengesetzt. Es dient zur Darstellung des Alauns und wird bei der Glasfabrikation benutzt.

Kieselsaures Kali; die Gewinnung und Anwendung dieses Salzes hatte Wilhelm seinen Freunden bei der Kieselerde angegeben.

Uebrigens bildet das Kali mit allen übrigen Säuren der nicht metallischen Stoffe Salze, welche jedoch kein technisches Interesse haben.

Von den Verbindungen des Natriums.

Natriumoxyd oder Natron.

Diese Verbindung bildet sich ganz auf dieselbe Weise wie das Kali und wird wie dieses aus dem kohlensauren Natron abgeschieden. Man hat zu dieser Scheidung bloß das beim Kali angegebene Verfahren zu befolgen, um zu dem Zweck zu gelangen. Auch hier kann man eine reinere oder unreinere Natronlauge erhalten, je nachdem man reines oder rohes kohlensaures Natron zur Gewinnung desselben verarbeitet.

Im festen Zustand verhält sich das Natron ebenso wie das Kali und es ist daher hier ganz unnöthig, seine Wirkungen auf die verschiedenen Stoffe zu beschreiben, da dieses bloß eine Wiederholung der beim Kali angegebenen Eigenschaften wäre. Es unterscheidet sich aber von diesem dadurch, daß man es leichter rein darstellen kann, mit 31,3 Natron eben so viel ausgerichtet werden kann, als mit 47,2 Kali und im Verseifungsprozeß der Fettarten harte Seifen liefert. Diese drei Eigenschaften geben ihm sehr viel Vorzug und es wird immer mehr und mehr in den Fällen angewendet, wo man früher Kali anwandte, je wohlfeiler es wird.

Um den Gehalt einer Natronlauge an festem Natron zu ermitteln, verfährt man ganz auf dieselbe Weise, wie es beim Kali angegeben ist. Wird z. B. ein Theil concentrirte Schwefelsäure in ihrem mit Wasser verdünnten Zustand von 12 Theilen Natronlauge gesättigt, so enthält letztere nur 0,638 Theile festes Natron, da 40 Theile wasserfreie Schwefelsäure 31,3 Theile wasserfreies Natron oder 0,816 Theile 0,638 Theile sättigen. Ist aber die Natronlauge aus rohem kohlensaurem Natron verfertigt worden, so enthält sie

gewöhnlich etwas Schwefelnatrium aufgelös't, welches ebenfalls durch die Schwefelsäure gesättigt und dadurch der Gehalt an Natron grö-ßer gefunden wird, als er wirklich ist. Entwickelt die Natronlauge beim Sättigen mit Schwefelsäure einen Geruch nach Schwefelwas-serstoff, so ist Schwefelnatrium vorhanden; ist der Geruch unbedeu-tend, so kann man diesen Gehalt unberücksichtigt lassen; ist er aber bedeutend, so muß der Gehalt an Schwefelnatrium bestimmt werden. Zu diesem Behuf kann man eine gleiche Menge Lauge anwenden und vermischt diese zuerst mit schwefelsaurem Kupferoxyd, wodurch ein gemischter Niederschlag von Kupferoxyd und Schwefelkupfer er-halten wird; vermischt man dann die Flüssigkeit mit etwas vor-waltender Säure, so lös't sich das Kupferoxyd und Schwefelkupfer bleibt zurück, welches schnell ausgewaschen, getrocknet und gewogen wird; je 0,480 Theile Schwefelkupfer entsprechen 0,513 Theile Schwefelnatrium oder 0,313 Theile reinen Natron; das Schwefel-kupfer muß nach dieser Weise auf Natron berechnet und die gefun-dene Menge des letzteren von dem ersten Versuch abgezogen werden.

Das Natron verhält sich gegen die Lösungen der Metalloxyde, wie das Kali, nur hat es eine schwächere Verwandtschaft zu den Säuren wie letzteres, folgt ihm aber sogleich in der Verwandt-schaftsreihe. Von dem Kali unterscheidet es sich aber sowohl für sich als in mit Säuren verbundenem Zustand dadurch, daß es nicht durch Platinchlorid, Weinsteinsäure und Kohlenstickstoffsäure nieder-geschlagen wird. Seine Salze zeichnen sich überhaupt dadurch aus, daß sie mit keinem Reagens einen schwerlöslichen Niederschlag bilden.

Salpetersaures Natron.

Das salpetersaure Natron könnte man sehr leicht im Großen darstellen, wenn man bei der Zersetzung der Salzlauge, welche aus

der Erde der Salpeterplantagen gewonnen wird, statt des kohlensauren Kali kohlensaures Natron anwenden wollte. Aber die Darstellung dieses Salzes auf dem Wege der Kunst ist gar nicht nothwendig, da die Natur große Mengen desselben, wenn auch nur an einem einzelnen Ort darbietet, wie schon bei der Salpetersäure erwähnt worden ist. Das natürliche salpetersaure Natron kommt unter dem Namen Südseesalpeter sehr billig in den Handel und wird durch Umkrystallisiren gereinigt.

Dieses salpetersaure Salz würde den Salpeter gänzlich verdrängen, wenn es zur Bereitung des Schießpulvers so tauglich wäre als dieser; es wird nämlich ein aus salpetersaurem Natron bereitetes Schießpulver nicht allein leicht feucht, sondern es brennt auch viel langsamer ab, wodurch die Kraft sehr vermindert werden würde; letztere Eigenschaft macht es aber um so passender für Feuerwerkereien. Außerdem wird es zur Darstellung der Salpetersäure und durch Zersetzung mit kohlensaurem Kali zur Gewinnung des Salpeters und kohlensauren Natrons benutzt, indem die Salpetersäure eine größere Verwandtschaft zum Kali als zum Natron hat. Durch folgendes Schema wird diese Zersetzung erläutert:

Salpetersaures Natron

Kohlensaures Natron = { Natron + Salpersäure / Kohlensäure + Kali } = Salpetersaures Kali

Kohlensaures Kali

Es wird das salpetersaure Natron sehr häufig mit Kochsalz oder Glaubersalz verfälscht, aber beide Beimengungen lassen sich leicht durch salpetersaures Silberoxyd und durch salpetersauren Baryt

erkennen, indem im ersten Fall Chlorsilber, im zweiten Fall schwefelsaurer Baryt niedergeschlagen wird.

Kohlensaures Natron.

Dieses Salz kann auf gleiche Weise aus der Asche verschiedener Seestrandgewächse gewonnen werden, wie die Potasche; ein großer Theil dieser Pflanzen enthält nämlich Natriumverbindungen, welche sich beim Einäschern in kohlensaures, schwefelsaures, schwefeligsaures, unterschwefeligsaures Natron, Chlornatrium, Schwefelnatrium und einige andere Salze verwandeln. Der Gehalt an kohlensaurem Natron ist aber so gering, daß man diese Asche, welche eine feste, harte Masse darstellt und Soda oder Barille nennt, bei uns nur noch selten auf kohlensaures Natron benutzt und sie jetzt auf dem Wege der Kunst darstellt.

Zu diesem Zweck wird wasserfreies Glaubersalz mit seinem gleichen Gewicht sand- und thonfreier Kreide und der Hälfte Kohlenstaub in einem Calcinirofen einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt und alle Viertelstunden umgerührt, bis die Masse dickflüssig und teigartig ist, wobei sich Kohlenoxydgas und Schwefelwasserstoffgas entwickelt und verbrennt; die Masse wird nun fortwährend so lange umgerührt, bis die Gasentwickelung aufhört und die Masse in einem gleichmäßigen Fluß ist, worauf sie aus dem Ofen herausgenommen und dieser sogleich mit einem frischen Gemenge versehen wird. In diesem Prozeß wirkt die Kohle auf das schwefelsaure Natron desoxydirend; es verwandelt es in Schwefelnatrium, welches dann durch den kohlensauren Kalk zersetzt wird, indem das Calcium den Schwefel anzieht und den Sauerstoff und die Kohlensäure an das Natrium abgibt; zugleich bleibt aber etwas Glaubersalz und Schwefelnatrium unzersetzt, etwas Kalk wird bloß entkohlensäuert

und überschüssige Kohle ist beigemengt. Die Masse, welche den Namen künstliche rohe Soda hat, ist grau und fest und wird entweder in diesem Zustand in den Handel gebracht oder sogleich der Reinigung unterworfen.

Im letzteren Fall wird sie noch heiß durch Wasser abgekühlt, wobei sie in Stücke zerfällt, welche auf Mühlen vollkommen zerkleinert und dann in terassenförmig aufgestellten Laugenfässern aufgeweicht und ausgezogen werden, so daß die Flüssigkeit des obersten Fasses in das unterstehende u. s. f. abläuft, wozu aber bloß kaltes Wasser angewendet werden darf, indem durch heißes Wasser kohlensaures Natron und Schwefelkalcium gegenseitig ihre Bestandtheile umtauschen und wieder Schwefelnatrium und kohlensaurer Kalk gebildet werden würde. Die Auflösung wird dann entweder bis zur Krystallisation oder bis zur Trockne abgedampft und dann geglüht.

Beim Krystallisiren nimmt das kohlensaure Natron, wie überhaupt alle Natronsalze, sehr viel Wasser auf, und stellt farblose durchsichtige Rhombenoktaëdern dar, welche 62,75% Wasser enthalten, was auf ein Mischungsgewicht kohlensaures Natron, bestehend aus gleichen Mischungsgewichten Natron und Kohlensäure 10 Mischungsgewichte Wasser gibt. Zuweilen krystallisirt es auch in rechtwinklig vierseitigen Säulen und enthält dann nur 57,4% Wasser, was bloß 7½ Mischungsgewicht Wasser ausmacht, und aus einer concentrirten Auflösung krystallisirt es bei 30° in vierseitigen Tafeln, welche 45,75% Wasser enthalten und dann 5 Mischungsgewichte Wasser entspricht. Es ist also von großer Wichtigkeit für den Fabrikanten, diesen verschiedenen Wassergehalt zu berücksichtigen und für den Consumenten wegen Ersparniß an Fracht vortheilhaft. das wasserfreie Salz zu beziehen. Das kohlensaure Natron unterscheidet sich noch von dem kohlensauren Kali, daß es nicht Wasser

anziehend wirkt, sondern vielmehr schon in gelinder Wärme sein Wasser entläßt und zu einem weißen Pulver zerfällt. Es schmeckt und reagirt alkalisch und lös't sich so leicht in Wasser, daß es schon bei gelinder Erwärmung in seinem Krystallwasser schmilzt.

Es dient zu denselben Zwecken, wie das kohlensaure Kali, sowohl im reinen als wie unreinen Zustand, und findet immer mehr Aufnahme, je billiger es in den Handel kommt. Da es aber gewöhnlich mit anderen Substanzen verunreinigt ist, so darf es der Consument niemals versäumen, auf seinen Gehalt am reinen kohlensauren Natron und auf andere Beimengungen zu prüfen. Zuvor prüft man eine Auflösung des rohen oder gereinigten kohlensauren Natrons mittels Schwefelsäure; entwickelt sich hier bloß Kohlensäure, so hat das auftretende Gas keinen Geruch, riecht es aber nach brennendem Schwefel oder Schwefelwasserstoff, so ist im ersten Fall schwefeligsaures oder unterschwefelsaures Natron, im letzten Fall Schwefelnatrium vorhanden. Da diese Beimengungen bei den Untersuchungen auf den Gehalt von kohlensaurem Natron diesen vergrößern würden, so muß eine solche Soda so lange an der Luft geglüht werden, wobei sie Sauerstoff aufnimmt, bis sich beide Verbindungen in schwefelsaure Salze verwandelt haben. Man wiegt dann eine bestimmte Menge derselben ab, lös't sie in heißem Wasser und vermischt sie mit einer bestimmten Menge concentrirter Schwefelsäure, die mit Wasser vermischt worden ist, bis die Flüssigkeit nicht mehr aufbraust und neutral reagirt. 40 Theile wasserfreie oder 49 Theile concentrirte Schwefelsäure sättigen 53,3 Theile wasserfreies kohlensaures Natron.

Das kohlensaure Natron wird, wie schon oben gesagt, in allen den Fällen angewendet, wozu kohlensaures Kali gebraucht wird. Es dient zum Seifensieden, Bleichen, in der Färberei, Kattundruckerei,

Glasfabrikation u. m. a. und dient als ein vorzügliches Fällungsmittel für die Salze der erdigen Alkalien, Erden und Metalloxyde. Bei dem Artikel „Wasser“ hatte Wilhelm seinen Freunden gesagt, daß kohlensaures Natron das harte Wasser in weiches verwandele, was dadurch bestimmt wird, daß die Kalk- und Talkerdesalze, welche im Wasser gelös't enthalten sind, durch das kohlensaure Natron in unlösliche Salze verwandelt werden und sich deßhalb abscheiden; man braucht hierzu nur sehr wenig kohlensaures Natron, ungefähr ½ Loth auf 1 bis 2 Eimer.

In der Natur findet sich ein kohlensaures Natron an mehrern Orten Egyptens, Ungarns und Amerikas, welches aber noch die Hälfte Kohlensäure mehr enthält, als das gewöhnliche, also anderthalb kohlensaures Natron ist. Es wird durch Krystallisation von dem begleitenden Kochsalz und schwefelsauren Natron getrennt und zu denselben Zwecken verwendet, wie das gewöhnliche kohlensaure Natron. Es krystallisirt in vierseitigen Pyramiden, schmeckt alkalisch, ist luftbeständig und besteht aus 1 Mischungsgewicht Natron, 1½ Mischungsgewichten Kohlensäure und 2 Mischungsgewichten Wasser; es müssen bei seiner Verwendung andere Gewichtsverhältnisse genommen werden, da es weniger Natron als das wasserfreie kohlensaure Natron hat.

Kommt das kohlensaure Natron mit überschüssiger Kohlensäure in Berührung, so nimmt es noch ein Mischungsgewicht derselben auf und verwandelt sich in zweifach kohlensaures Natron. Da dieses Salz zur Bereitung schäumender Getränke dient, wie Wilhelm seinen Freunden schon bei dem Artikel Kohlensäure angegeben hatte, so wird es im Großen bereitet und man benutzt hierzu recht zweckmäßig die Kohlensäure, welche sich aus gährenden Flüssigkeiten entwickelt. Man leitet diese in große Fässer, in welchen schichtweise

an der Luft zerfallenes kohlensaures Natron auf Horden ausgebreitet ist, welches so lange mit der Kohlensäure in Berührung bleibt, bis es seine alkalische Reaktion verloren hat. Setzt man eine sehr concentrirte Auflösung des kohlensauren Natrons in einem Raum, wo hinreichende Mengen von Kohlensäure zutreten können, so erhält man nach und nach in der Flüssigkeit tafelförmige Krystalle, welche dieselbe Verbindung sind.

Chlornatrium.

Diese Verbindung ist in großen Massen in der Natur enthalten, gewöhnlich unter dem Namen Kochsalz bekannt und findet sich in allen Ländern unserer Erde theils fest, theils in Wasser gelös't. Da es eins der nothwendigsten Lebensbedürfnisse ist und vielfältig verarbeitet wird, so wird es auch überall, wo es sich vorfindet, producirt.

Im Allgemeinen werden drei Quellen des Kochsalzes zu seiner Darstellung benutzt; nämlich das feste Kochsalz oder Steinsalz, die Salzquellen oder Soolen und das Meerwasser. Da wo sich Steinsalz im Massen vorfindet wird dieses bergmännisch gewonnen, wie z. B. in dem großen Salzbergwerk Wieliczka in Gallizien und Cardona in Spanien. Ist das Steinsalz rein von erdigen Beimengungen, so wird es oft nur im gepulverten Zustand consumirt; gewöhnlich aber, und wenn es im Thon, im sogenannten Salzthon enthalten ist, aufgelös't und zur Krystallisation gebracht. — Die Salzquellen enthalten oft so wenig Salz, daß das Verdampfen des Wassers durch Erhitzung zu viel Unkosten verursachen würde; um dieses zu umgehen, benutzt man die Eigenschaft des Wassers, bei gewöhnlicher Temperatur zu verdampfen und beschleunigt diese Verdunstung noch dadurch, daß man das salzhaltige Wasser auf den höchsten Punkt eines eigen hierzu aufgeführten

Gebäudes in ein Bassin leitet und von hier aus durch Rinnen auf eine von Dornenreiß gebaute Wand leitet, wo nun die Salzlösung an den einzelnen Dornen niederläuft und so der atmosphärischen Luft vielfache Oberfläche zur Verdunstung darbietet; diese Operation wird zwei- bis dreimal wiederholt und dadurch nicht allein der größte Theil des Wassers, sondern auch der im Wasser enthaltene schwefelsaure und kohlensaure Kalk entfernt, welche beide letztere sich an den Dornen festsetzen und diese dadurch mit der Länge der Zeit untauglich machen. Diese Operation heißt das Gradiren der Soole, weil sie die Flüssigkeit nach und nach von einem niederen Grad der Dichtigkeit auf einen höhern bringt und die ganze Anlage Gradirwerke. Die concentrirte Salzsoole wird dann in großen, viereckigen, flachen, schmiedeeisernen Pfannen bei schwachem Feuer abgedampft, wobei sich erst der noch vorhandene schwefelsaure Kalk und ein großer Theil des vorhandenen Glaubersalzes an den Boden des Gefäßes niederschlägt, welches den sogenannten Pfannenstein darstellt. und dann das Kochsalz abscheidet, welches mittels langen Krücken an die Bordwände der Pfannen und von hier auf über der Pfanne hängende spitze Körbe gebracht wird, wo die Mutterlauge abfließt, worauf das Salz auf Horden ausgetrocknet wird. — Das Meerwasser kann zwar auch auf gleiche Weise concentrirt werden, gewöhnlich aber überläßt man es nur in flachen Bassins der Verdunstung oder überläßt es im Winter der Einwirkung der Kälte, wo die wässerigen Theile gefrieren und eine sehr concentrirte Salzlösung zurückbleibt.

Das natürliche Chlornatrium oder Steinsalz ist in Würfeln krystallisirt, welche zwischen den einzelnen Blättchen Wasser eingeschlossen enthalten und beim Erhitzen unter starkem Knall in kleinere Würfel zerspringen; das durch Verdampfen erhaltene krystallisirt meist in hohlen trichterartigen Pyramiden, welche bei der Erwärmung

ebenfalls, aber ein schwächeres Geräusch verbreiten. In größerer Hitze schmilzt es und in der Weißglühhitze ist es flüchtig. Diese Eigenschaft wird beim Brennen der Töpferwaaren benutzt, um diese mit einer Glasur zu überziehen: man wirft nämlich, wenn die Töpferwaare in voller Rothgluth ist, an verschiedene Stellen des Ofens Kochsalz, welches sich dann verflüchtigt und in dieser neuen Form durch die Kieselerde der Geschirre zerlegt wird; es bildet sich nämlich etwas Chlorsilicium und der freigewordene Sauerstoff wirft auf sich das Natrium, welches sich nun in diesem Zustand sehr leicht mit einem anderen Theil Kieselerde zu Glas verbindet und in einer sehr dünnen Lage die Gefäße überzieht. Der Geschmack des Chlornatriums ist bekannt; er dient zur Bestimmung für andere salzartige Verbindungen. Die lösende Kraft des Wassers zum Chlornatrium verhält sich in gewöhnlicher Temperatur wie in der Siedhitze ganz gleich; der Kochpunkt einer Salzlösung liegt aber, wie überhaupt bei allen Salzlösungen, höher als der Kochpunkt des reinen Wassers und man benutzt diese Eigenschaft oft, theils um gewisse Substanzen einer bestimmten Temperatur auszusetzen, theils aber auch in hoch gelegenen Orten (wo sich der Siedpunkt des reinen Wassers bei einem niedrigeren Grad einstellt), um Speisen beim Kochen genießbar zu machen, indem man sie mit mehr Salz kocht, als gewöhnlich zugesetzt wird, und dadurch der Kochpunkt des Wassers selbst wieder gesteigert wird.

Das Kochsalz ist der Verdauung der Menschen und Thiere höchst vortheilhaft und wird daher als Zusatz zum Speisen und Futter fortwährend benutzt. Auch in gewissen Mengen ist es der Vegetation von Vortheil, besonders dem Graswuchs, der dadurch sehr befördert wird; größere Mengen sind aber schädlich und können den Graswuchs gänzlich vernichten. Das Kochsalz ist ein gutes

Mittel gegen die Verwesung, weßhalb Fleisch, Fische, Gemüse und andere organische Substanzen, die beim Trocknen einen großen Theil ihrer Eigenschaften verlieren würden, durch Einsalzen fast in ihrem natürlichen Zustand lange Zeit aufbewahrt werden können. Auch schützt es Holz gegen die trockne Fäule, weßhalb es besonders zum Tränken des Schiffsbauholzes benutzt wird.

Das Kochsalz findet noch vielfache Anwendung bei der Fabrikation des Glaubersalzes, des Chlors, der Salzsäure, des Salmiaks u. s. w., dient zur Amalgamation silberhaltiger Erze, in der Lohgerberei zum Schwitzen der Häute, in der Weißgerberei, Seifensiederei u. s. w. und ist in den meisten europäischen Ländern ein Monopol des Staates.

Unterchlorigsaures Natron; wird eben so erhalten, wie das unterchlorigsaure Kali und dient wie dieses zum Bleichen.

Schwefelnatrium.

Wird Glaubersalz oder schwefelsaures Natron mit einer hinreichenden Menge Kohle so lange erhitzt, bis es vollkommen ruhig fließt, so entzieht die Kohle dem Salz sämmtlichen Sauerstoff und verwandelt es in eine dem Schwefelkalium ähnliche Masse, nämlich in Schwefelnatrium. Diese Verbindung hat nur in sofern großes Interesse, daß sie ein Zwischenglied der Umwandlung des Glaubersalzes in kohlensaures Natron ist, womit Wilhelm seine Freunde bei dem dieses betreffenden Artikel schon bekannt gemacht hatte.

Schwefelsaures Natron.

Bei dem Artikel Chlorwasserstoff hatte Wilhelm seinen Freunden die Bildung des schwefelsauren Natron, welches auch nach seinem

Entdecker, Glauber, Glaubersalz genannt wird, aus Kochsalz und Schwefelsäure angegeben und deßhalb hier nur noch die Reinigung desselben und einige andere Gewinnungsarten anzugeben. Das in obigem Prozeß sich bildende Glaubersalz enthält in den meisten Fällen freie Säure, selten nur noch Kochsalz. Durch Lösen und Krystallisiren können beide entfernt werden, indem im erstern Fall die Säure größtentheils in Wasser gelös't bleibt, im anderen Fall das Kochsalz zuerst krystallisirt. Durch nochmalige Umkrystallisation wird das Glaubersalz hinreichend rein gewonnen. Der Pfannenstein der Salinen ist, wie beim Kochsalz angeführt worden, glaubersalzhaltig; wird er mit Wasser behandelt, so lös't sich das Glaubersalz, während der schwefelsaure Kalk fast gänzlich unlöslich ist; die wässerige Flüssigkeit wird der Ruhe überlassen und dann zur Krystallisation abgedampft. Auch die Mutterlauge der Salinen enthält Glaubersalz und enthält sie auch Kochsalz und schwefelsaure Magnesia, so bildet sich aus diesen bei niederer Temperatur schwefelsaures Natron und Chlormagnesium. Man verdampft sie langsam zur Abscheidung des überschüssigen Kochsalzes und überläßt sie dann in großen Bassins der Winterkälte, wobei sich sowohl das vorhandene, als das bei dieser Temperatur sich bildende Glaubersalz ausscheidet. Auch wird in Schweden durch Zersetzung der Mutterlauge von Vitriolsiedereien, d. h. der bei der Eisenvitriolbereitung bleibenden Mutterlauge, und aus vitriolhaltigen Grubenwässern durch Zersetzung mit Kochsalz Glaubersalz gewonnen.

Das schwefelsaure Natron nimmt bei seiner Krystallisation 55,75% Wasser auf und bildet farblose, vier- und sechsseitige Säulen von oft bedeutender Größe; es enthält dann auf 1 Mischungsgewicht Natron und 1 Mischungsgewicht Schwefelsäure 10 Mischungsgewicht Wasser; krystallisirt es aber bei 33° aus einer

concentrirten Auflösung, so bildet es Rhombenoktaëder, welche kein Wasser enthalten. Die wasserhaltigen Krystalle entlassen an warmer Luft ebenfalls ihr Wasser und verwandeln sich in ein weißes Pulver. In Wasser lös't sich das Glaubersalz sehr leicht; eiskaltes Wasser lös't ¹/₈ seines Gewichtes und Wasser von 33° lös't das dreifache seines Gewichtes; bei höherer Temperatur lös't aber das Wasser wieder weniger auf.

Das Glaubersalz, welches ein sehr wichtiges Arzneimittel ist, dient in der Technik hauptsächlich zur Darstellung des kohlensauren Natron, zur Fabrikation des Glases, wobei aber ebenfalls erst eine Bildung des kohlensauren Natrons eingeleitet wird, indem man 100 Theile wasserfreies Glaubersalz, 12 Theile Kalkpulver, 20 Theile Kohlenpulver, 225 Theile Sand und 200 Theile altes Glas mit einander erhitzt, und zur Darstellung des essigsauren Natrons aus essigsaurem Kalk bei der Holzessigfabrikation.

Um ein Glaubersalz auf seinen wirklichen Gehalt von diesem Salz zu prüfen, braucht man nur eine bestimmte geglühte Menge desselben in Wasser zu lösen und so lange mit einer Auflösung von salzsaurem Baryt zu vermischen, als sich noch ein Niederschlag bildet; dieser wird ausgewaschen, scharf getrocknet und gewogen: 116,6 Theile desselben entsprechen 71,3 Theile wasserfreiem Glaubersalz.

Phosphorsaures Natron hat kein technisches Interesse; es findet sich mit phosphorsaurem Ammoniak im Harn der Menschen und einiger Thiere und zeichnet sich dadurch aus, daß es in gelinder Hitze unter Entlassung seines Ammoniaks zu einer hellen Perle schmilzt, weßhalb es bei Löthrohrversuchen häufig angewendet wird; es ist auch vorgeschlagen worden, sich desselben als Ueberzug für Leinwand und Gewebe zu bedienen, damit diese gegen Feuer geschützt werden. Das phosphorsaure Ammoniak, wie es

oben bei der Phosphorsäure beschrieben worden ist, leistet aber dieselben Dienste und ist wohlfeiler darzustellen.

Borsaures und kieselsaures Natron sind bei den Säuren derselben beschrieben worden.

Das dritte Alkalimetall, das Lithium, findet sich ebenfalls nur im oxydirten Zustand und dann nur höchst selten, so daß keine seiner Verbindungen für die Technik von Wichtigkeit werden wird. Seine Verbindungen entsprechen ganz denen des Kaliums oder Natriums; bloß der kohlensaure Lithium zeichnet sich durch seine Schwerlöslichkeit in Wasser von dem kohlensauren Kali oder Natron aus. Am häufigsten findet sich von den lithiumhaltigen Mineralien der Petalith und Spodumen.

Von den Verbindungen des Calciums.

Aetzkalk oder gebrannter Kalk. Die beim Brennen der Kalksteine (Verbindungen des Kalkes mit Kohlensäure, welche mehr oder minder rein sind) zurückbleibenden grauweißen Stücke haben, wenn das Brennen gut geleitet worden ist, die Eigenschaft verloren, bei Berührung mit verdünnten Säuren aufzubrausen, sind also ihrer Kohlensäure beraubt, und lösen sich in großen Mengen Wassers, reagiren und schmecken alkalisch, was anzeigt, daß sie ein Oxyd darstellen, welches auch Calciumoxyd genannt wird.

In den sogenannten Kalköfen wird aber sehr selten reiner kohlensaurer Kalk gebrannt, weßhalb das zurückbleibende Oxyd immer mehr oder weniger fremde Oxyde enthalten muß, die demselben die Farbe mittheilen. Gibt man aber in einen kleinen Tiegel etwas Marmor, glüht denselben stark zwischen Kohlenfeuer, benetzt ihn hierauf mit Wasser und setzt ihn nochmals derselben Temperatur

aus, so erhält man ein reines Calciumoxyd von weißer Farbe, welches jedoch nur für die feinsten chemischen Arbeiten dargestellt wird.

Für alle übrige Zwecke ist der Kalk, wie er durch Brennen von Kalkstein, Kalkmergel, Kreide oder an den Seeküsten von Muschelschalen erhalten wird, hinreichend rein. Diese werden im befeuchteten Zustand in Schachtöfen mit Holz, Steinkohlen oder Torf geschichtet und letztere in Brand gesteckt, wobei durch die Hitze die Kohlensäure ausgetrieben wird, was durch Einströmen von Wasserdampf in den Feuerraum beschleunigt wird. Es ist beim Kalkbrennen sehr auf die Bestandtheile des Materials Rücksicht zu nehmen, da sonst das Produkt leicht verdorben werden würde; Kalksteine, welche kieselsaure Thonerde enthalten, müssen vorsichtig gebrannt werden, weil sonst die Beimengung getrennt und kieselsaurer und thonsaurer Kalk gebildet wird, welcher zusammensintert und den Kalk gegen die Einwirkung des Wassers untauglich macht. Ein so verdorbener Kalk wird todtgebrannter Kalk genannt, während der gut gebrannte Kalk auch lebendiger Kalk genannt wird. Auch muß beim Kalkbrennen für die gehörige Entfernung der Kohlensäure gesorgt werden; denn diese tritt hier nicht allein aus dem Kalkstein auf, sondern ist auch Produkt des verbrennenden Hitzmaterials und würde von dem entkohlensäuerten Kalk immer wieder angezogen werden, wenn sie nicht durch die einströmenden Wasserdämpfe mit hinweggerissen würde.

Am merkwürdigsten verhält sich der Kalk gegen Wasser; ist er nämlich gut gebrannt und wird er dann mit wenig Wasser in Berührung gesetzt, so erhitzt er sich sehr schnell, berstet unter einem knisternden Geräusch und Entwickelung von Wasserdämpfen und zerfällt endlich zu einem feinen weißen Pulver, wobei er 24% Wasser aufgenommen hat und nun aus gleichen Mischungsgewichten Kalk

und Wasser besteht. In diesem Prozeß tritt so viel Wärme auf, daß sich Schießpulver entzündet und selbst Holz zur Entzündung gebracht werden kann. Deßhalb muß der Kalk an feuergefährlichen Orten gegen Wasser geschützt sein; denn man hat Beispiele, daß mit Kalk beladene Kähne oder Frachtwagen, welche durch Regenwasser durchnäßt wurden, in Brand gekommen sind, indem sich der Kalk mit Wasser verband. — Diese Behandlung des gebrannten Kalkes wird das Löschen desselben und das Produkt gelöschter Kalk oder Kalkhydrat genannt; soll sie gut gelingen, so muß der Kalk unter den oben angegebenen Bedingungen gebrannt worden sein; der todtgebrannte Kalk oder nicht gehörig von Kohlensäure befreite Kalk löscht sich nicht. Auch an der Luft zerfällt der Kalk nach und nach zu einem weißen Pulver, indem er Feuchtigkeit und Kohlensäure anzieht; deßhalb muß er auch immer gegen die Luft gut verwahrt oder bald verbraucht werden, da die Anziehung der Kohlensäure ihn für die meisten Zwecke untauglich macht.

Das Kalkhydrat unterscheidet sich vom Kali- und Natronhydrat dadurch, daß es das Wasser nicht so fest gebunden enthält, als diese; denn schon schwache Rothglühhitze ist hinreichend, dasselbe wieder auszutreiben. Man kann daher das für die Respirationswerkzeuge beschwerliche Pulvern des gebrannten Kalkes umgehen, wenn man Stücke des gebrannten Kalkes löscht, wodurch er in das feinste Pulver verwandelt wird, und dann dieses Pulver glühet, wo es sein Wasser verliert, aber seine feinpulverige Beschaffenheit behält.

Wird der Kalk mit mehr Wasser in Berührung gesetzt, als zu seiner Löschung nothwendig ist oder das Kalkhydrat mit Wasser angerührt, so erhält man den Kalkbrei, ein Gemische, welches die Eigenschaft hat, an harten, und besonders rauhen Gegenständen

leicht zu haften, bald sein Wasser zu verlieren, nach und nach aus der Luft Kohlensäure anzuziehen und sich wieder in eine steinartige Masse zu verwandeln, welche an den anliegenden Gegenständen fest haften bleibt. Diese Eigenschaft macht es zu dem besten Verbindungsmittel der Steine und des Holzes, und wird im Großen bei der Maurerei benutzt, zu welchem Zwecke er noch mit Sand oder anderen Substanzen vermengt, und dann Mörtel genannt wird, von welchem man zwei Varietäten unterscheiden muß, nämlich einen bloß durch die mechanische Anziehung oder Adhäsion wirkenden, und einen den Gesetzen der chemischen Anziehung folgenden und deßhalb wirkenden; ersterer wird auch Luftmörtel oder gemeiner Kalkmörtel, letzterer Wassermörtel oder hydraulischer Mörtel genannt.

Der Luftmörtel dient als Verbindungsmittel zwischen verschiedenen Gegenständen, welche bloß der Einwirkung der Luft ausgesetzt sind, und nicht oder nur selten mit Wasser in Berührung kommen. Der Kalk wird zu diesem Zweck mit Sand von verschiedener grobkörniger Beschaffenheit und Wasser zu einem dicken Brei vermengt und in dieser Beschaffenheit in die Zwischenflächen der zu verbindenden Materialien aufgetragen, welche zur Vermehrung der Adhäsion frei von Staub und genäßt sein müssen. Je nach der Natur des Kalkes werden verschiedene Mengen von Sand und Wasser zugesetzt, und man unterscheidet deßhalb fetten und magern Kalk. Ersterer ist am wenigsten verunreinigt mit fremdartigen Stoffen, geht beim Löschen stark auf, bindet mit Wasser, wenn er in Brei verwandelt wird, fühlt sich dann fettig oder schlüpfrig an, und verträgt viel Sand, ohne zur Mörtelfabrikation untauglich zu werden; letztere enthält oft gegen 30% fremdartiger Beimengungen, geht beim Löschen wenig auf, erfordert nicht viel Wasser und Sand

zur Breibeschaffenheit, ist auch weniger schlüpfrig und verliert bald seine Geschmeidigkeit. Bei dieser Art der Mörtelbereitung wirkt die Adhäsionskraft zwischen Kalk und Sand und die dieses Gemisches zwischen ihm und den Baumaterialien; beim Trocknen bildet sich ein festes Gemenge von Kalk und Sand, welches mit der Länge der Zeit Kohlensäure anzieht und zuletzt endlich in eine steinartige Masse übergeht, welche, wenn der Mörtel gut bereitet war, so fest ist, daß sie durch Anschlagen nicht von dem Baustein getrennt wird.

Die Wirkung des Wassermörtels ist dadurch bedingt, daß das Kalkhydrat auf seine Beimengungen, die es entweder schon enthält oder die ihm zugegesetzt werden, chemisch einwirkt. Beimengungen dieser Art sind hauptsächlich der kieselsaure Thon oder das kieselsaure Eisenoxyd. Sind diese mit Wasser angemachtem Kalkhydrat in Berührung, so werden sie zerlegt; es bildet sich kieselsaure und thonsaure Kalkerde, vermengt mit Eisenoxyd, und stellt ein Gemenge dar, welches sehr schnell an der Luft, aber auch, wenn auch etwas langsamer, unter Wasser erhärtet. Im ersten Falle reißt die festwerdende Masse, im letzteren Fall bildet sie ein Ganzes, welches durch die fortwährende Wirkung des Wassers eher fester, als weggespült wird und deßhalb zu Wasserbauten von der größten Wichtigkeit ist.

Für den Maurer muß es wegen diesen Anwendungen von Wichtigkeit sein, die Natur des zu brauchenden Kalkes zu kennen. Sein Verhalten gegen Wasser gibt ihm schon sehr gute Erkennungsmittel hierfür; denn ein guter, reiner, gebrannter Kalk muß nach dem Löschen nahe 32% an Gewicht zugenommen haben, wenn er durch gelinde Erwärmung von dem überschüssigen Wasser befreit worden ist. Gewinnt der Kalk weniger an Gewicht, so ist er entweder schlecht gebrannt, d. h. zum Theil todt gebrannt, oder er

enthält Beimengungen. Seinen Gehalt an Kalk durch das Sättigen mit einer Säure zu bestimmen, gibt ein unsicheres Resultat, da einige der Beimengungen ebenfalls die Säuren sättigen; es ist daher am besten, aus irgend einer seiner Verbindungen die Menge des reinen Kalkes zu bestimmen, wozu sich am zweckmäßigsten für den Gewerbsmann der schwefelsaure Kalk eignet. Man vermischt zu diesem Zweck eine abgewogene, und dann mit Wasser genau vermengte Menge Kalk mit so viel Schwefelsäure, daß die Säure vorwaltet, dampft die ganze Flüssigkeit zur Trockne und erhitzt sie so weit, bis keine Schwefelsäure mehr entweicht; den Rückstand wiegt man und wäscht ihn dann mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kalk in Wasser aus; diese wirkt auf die anderen vorhandenen schwefelsauren Salze, die meist jedoch nur aus schwefelsaurer Talkerde bestehen, lösend und läßt den schwefelsauren Kalk ungelös't, welcher nach dem Auswaschen und Trocknen gewogen wird. Er wird dann so lange mit Wasser gekocht, als dieses noch lösend wirkt, der Rückstand getrocknet und gewogen; der Gewichtsverlust zeigt die Menge des schwefelsauren Kalkes an und 68,5 Theile von diesem 28,5 Theile reinen Kalk an.

Jeder Mörtel, es mag Luft- oder Wassermörtel sein, darf vor dem Verbrauch nicht zu lange mit der Luft in Berührung stehen, oder gar zu oft mit Wasser wieder versetzt werden, weil er im ersten Fall schon zuvor Kohlensäure anzieht und so einen Theil seiner Bindkraft verliert, und im anderen Fall ein leicht zerfallendes Bindungsmittel erhalten wird. Ueberhaupt sollte jeder Maurermeister und Bauherr niemals gestatten, daß größere Mengen von Mörtel angefertigt werden, als in der kürzesten Zeit verarbeitet werden können, da der Kalk als eine höchst basische Substanz sehr begierig die Kohlensäure anzieht; am zweckmäßigsten könnte es sein, den gegen den Zutritt

der Luft geschützt gewesenen gequollenen Kalkbrei in diesem Zustand und die gehörige Menge von Sand oder anderen Beimengungen den Arbeitern zu verabreichen, damit diese erst während des Bauens kleinere Mengen von Mörtel verfertigen und verbrauchen.

Der Kalk lös't sich etwas in Wasser, zeigt aber hierbei eine Eigenthümlichkeit, die er nur mit wenig anderen Körpern gemein hat; er lös't sich nämlich in größerer Menge in kaltem als in heißem Wasser; so lös't sich ein Theil Kalk in 656 Theilen Wasser von 0°, in 750 Theilen Wasser von 20° und in 1280 Theilen Wasser von 100°, und es ist daher beinahe die doppelte Menge kochendes Wasser nothwendig, wenn ein bei 0° bereitetes Kalkwasser im Sieden hell bleiben soll; wird dem kalt bereiteten Kalkwasser dieses nicht zugesetzt, so trübt es sich beim Erhitzen und läßt Kalk fallen, welcher sich aber beim Erkalten nach und nach wieder lös't. Wird das helle Kalkwasser an die Luft gesetzt, so bedeckt es sich mit einem Häutchen, welche das Produkt der Verbindung des Kalks mit der in der Luft enthaltenen Kohlensäure ist, und sich endlich zu Boden setzt, worauf sich ein frisches Häutchen bildet, bis aller Kalk niedergeschlagen ist; will man daher immer ein starkes Kalkwasser haben, so muß man es mit überschüssigem Kalk in Berührung lassen, damit der ausgeschiedene Theil durch neuen Kalk ersetzt werde.

Der Kalk ist eine sehr mächtige Basis, so daß er selbst unter gewissen Bedingungen das Kali aus seiner Verbindung mit Kohlensäure abscheiden kann, weßhalb er auch zur Darstellung des Kali aus kohlensaurem Kali benutzt wird, wozu aber erforderlich ist, daß eine hinreichende Menge Wassers vorhanden ist. Noch kräftiger wirkt er gegen die Verbindungen der anderen Metalloxyde; da er nun selbst sehr wohlfeil ist und ein sehr kleines Mischungsgewicht

hat, d. h. geringe Mengen desselben zur Sättigung einer Säure erforderlich sind, so eignet er sich zur Darstellung vieler Metalloxyde und Malerfarben, die, wenn sie rein erhalten werden sollen, in Säuren aufgelös't sein müssen, welche mit Kalk ein lösliches Salz bilden und letzterer selbst frei von in Säuren unlöslichen Substanzen sei. Für gewöhnliche Anstrichfarben ist dieses aber nicht nothwendig, und selbst Metalloxyde, die mit Säuren in Verbindung sind, welche mit Kalk schwer oder unlösliche Salze geben, wie z. B. das schwefelsaure Kupferoxyd, Eisenoxydul oder Chromoxydkali, geben mit Kalkhydrat zersetzt brauchbare Farben zum Häuseranstrich, deren Gewicht durch den gleichzeitig gebildeten schwefelsauren Kalk und ihr Adhäsionsvermögen durch einen Ueberschuß von Kalk und von Leimwasser vermehrt wird. Bloß die Lösung des Chlorplatins in Wasser verhält sich hiervon abweichend; wird diese Lösung in einem gegen das Sonnen- oder starke Tageslicht geschützten Ort selbst mit überschüssigem Kalk mit der Vorsicht vermischt, daß keine Erwärmung der Flüssigkeit stattfinden kann, so wird keine Spur von Platinoxyd abgeschieden; erst die Einwirkung der Sonnenstrahlen bedingt eine Fällung, die aber nicht die von reinem Platinoxyd, sondern einer Verbindung von Platinoxydkalk und Chlorcalcium mit Wasser ist. Dieses abweichende Verhalten des Kalkes gegen Platinauflösungen benutzt der Verfasser seit mehreren Jahren zur wohlfeilsten Darstellung des reinen Platinsalmiaks aus Platinerzlösungen, indem er diese an einem dunklen Ort langsam mit Kalkmilch, d. h. mit in Wasser suspendirendem Kalkhydrat vermischt, wodurch alle übrigen Metalle der Lösung als Oxyde abgeschieden werden; aus der von dem Niederschlag befreieten und mit Salzsäure wieder sauergemachten Flüssigkeit erhält man dann beim Zusatz einer Salmiaklösung einen sehr schön citronengelben Platinsalmiak als Niederschlag.

Auf thierische und einige vegetabilische Stoffe wirkt der Kalk gleich dem Kali zersetzend, wenn auch weniger schnell, auf andere, besonders Farbstoffe, wirkt er nur fällend, indem er mit ihnen unlösliche Verbindungen bildet. So dient der Kalk zum Enthaaren der thierischen Felle, zur Entfernung des größten Theiles des Farbstoffes aus Zuckerlösungen, zum Bleichen der Kattune u. dergl. mehr. Aber eine höchst merkwürdige Umänderung der Thier- und Pflanzenstoffe bewirkt er bei Zutritt der Luft; er bestimmt nämlich in beiden Fällen die Aufnahme von Sauerstoff, um aus den animalischen Stoffen Salpetersäure, aus den Pflanzenstoffen aber Kohlensäure zu bilden. Die Wichtigkeit des ersteren ist schon bei dem Artikel Salpetersäure erörtert worden; es wäre daher hier noch die wichtige Funktion des Kalkes gegen Pflanzenstoffe anzugeben.

Wird Kalk mit Pflanzentheilen vermengt, der Einwirkung der Luft ausgesetzt, so wird aus dieser Sauerstoff angezogen und jene in Humus oder Düngererde verwandelt; ist nun mehr Kalk vorhanden, als zur Bildung des Humus nothwendig ist, so findet eine immerwährende Sauerstoffabsorbtion statt und der Humus verwandelt sich in Kohlensäure, welche sich mit dem Kalk verbindet und in diesem Zustand zur Ernährung der neuen Pflanzen dient. Es ist daher von großem Nutzen, humusreichen Boden, welcher dann gewöhnlich sauer ist, mit Kalk zu bestreuen, wodurch dann die Vegetation ungemein vermehrt wird. Es können auf diese Weise selbst verschiedene unnütze Pflanzensubstanzen, wie Unkraut u. s. w. zur Erregung einer großen Vegetation benutzt werden, wenn man sie mit Kalk und Braunkohlenstaub (ebenfalls größtentheils aus Humus bestehend) schichtet und öfterer mit Absallwasser, Mistjauche u. s. w. besprengt, wodurch die Umwandlung der organischen Stoffe beschleunigt wird; die so nach Verlauf mehrerer Monate erhaltene

erdige Substanz ist dann eine sehr gute Düngererde, welche beim Ausstreuen auf das Ackerland dieses für die nachfolgende Vegetation ungemein verbessert.

Der Kalk findet außer den angegebenen Verwendungen noch in vielen anderen Fällen Anwendung, sowohl in pulveriger als in mit vielem Wasser vermengten, als auch in Wasser gelös'ter Beschaffenheit, wie z. B. zur Absorbtion saurer Gasarten, zur Chlorkalkbereitung, zur Bereitung verschiedener anderer chemischen Präparate, zur Absorption des Wasserdampfes (Eisen in Kalkpulver gesteckt rostet deßhalb nicht, weil der Kalk alle Feuchtigkeit anzieht und diese bloß die Bedingniß des Rostens ist), zur Verfertigung von Kitt aus Kalk und Eiweiß, welcher schnell sehr hart wird, im unreinen Zustand als Putzpulver u. s. w.

Vom kohlensauren Kalk.

Der kohlensaure Kalk findet sich in zwei verschiedenen Verbindungsweisen in der Natur, nämlich als in Wasser unlöslicher und als in Wasser löslicher, welcher dann immer schon in Wasser gelös't ist. Der erstere kommt in verschiedenen Formen vor als reiner durchsichtiger Krystall bis zu einer undurchsichtigen, erdigen, mehr oder minder gefärbten Masse; die vorzüglichsten Arten des kohlensauren Kalkes sind der Kalk- oder Doppelspath, körniger Kalk oder Marmor, dichter Kalkstein, Kreide, Kalktuff und Mergel.

Der reine kohlensaure Kalk lös't sich fast gar nicht in Wasser, aber sehr leicht in vielen Säuren unter Aufbrausen und Entwickelung von Kohlensäuregas, weßhalb er, da er die wohlfeilste Verbindung dieser Art ist, zur Gewinnung der Kohlensäure benutzt wird; auch in der Glühhitze und besonders unter Mitwirkung von Wasserdämpfen verliert er seine Kohlensäure und stellt dann den

eben abgehandelten reinen Kalk dar; überhaupt beschränkt sich die Anwendung des kohlensauren Kalkes fast nur auf das Kalkbrennen; der Marmor dient zu architektonischen Arbeiten, eine Varietät des dichten Kalksteins dient als lithographischer Stein, die Kreide zum Zeichnen, Schreiben, Anstrich und da, wo sie leicht zu haben ist, zum Kalkbrennen, der Mergel als Thon- und Sandhaltiger Kalk zum Wassermörtel und um die Vegetation des Ackerbodens zu vermehren.

Kommt Kohlensäure und Wasser mit kohlensaurem Kalk in Berührung, so wird die Löslichkeit desselben ungemein vermehrt, wovon man sich überzeugen kann, wenn man in ein concentrirtes Kalkwasser Kohlensäuregas strömen läßt, wo sich anfangs ein starker Niederschlag von reinem kohlensauren Kalk bildet, der aber beim längeren Einströmen der Kohlensäure gänzlich wieder verschwindet. Auf gleiche Weise bildet sich auch eine Auflösung des kohlensauren Kalks in kohlensaurem Wasser in der Natur. In dem Inneren unserer Erde wird durch irgend einen Prozeß Kohlensäure gebildet, welche durch die Poren der Erdrinde zuweilen bis zu Tage dringt, meist aber von dem vorhandenen Wasser gelös't wird. Geht nun dieses Wasser vor seinem Ausgang über kalkhaltige Gesteine, so lös't es größern und geringern Mengen von kohlensaurem Kalk auf. Ein solches Wasser schmeckt zwar sehr angenehm und ist für die Gesundheit zuträglich, kann aber doch in vielen Fällen keine Anwendung finden, wenn es nicht zuvor vom Kalk befreit wird. Solche Wasser entlassen nämlich sowohl in der Siedhitze als auch bei Berührung mit rauhen Körpern einen Theil ihrer Kohlensäure, wodurch der darin gelös't gewesene kohlensaure Kalk unlöslich wird und sich niederschlägt; auch beim Vermischen mit einer Seifenlösung geben sie einen Niederschlag, welcher aus fettsaurem Kalk besteht, während sich in der Lösung saures kohlensaures Natron befindet.

Dieser Eigenschaften halber werden diese Wässer im Allgemeinen hartes Wasser genannt. Sie eignen sich, ohne gereinigt zu sein, nicht zum Kochen der Hülsenfrüchte, des Malzes, zum Waschen, zur Beschickung der Dampfkessel u. s. w., indem sie die beiden ersten beim Erhitzen mit einer Hülle von kohlensaurem Kalk umgeben und so die Einwirkung des Wassers verhindern, wohl auch eine chemische Zersetzung bewirken können, nehmen der Seife ihre reinigende Kraft, indem bloß die löslichen fettsauren Salze diesem Zweck entsprechen, und bedecken die Dampfkessel auf ihrer inneren Fläche nach und nach mit einer so starken Kalkkruste, daß das Wasser nicht mehr mit dem Metall in Berührung kommt, wodurch der Kessel zum Glühen kommt. Bei dieser Temperatur reißt dann gewöhnlich die starke Rinde, das Wasser kommt plötzlich mit dem glühenden Metall in Berührung und es findet eine so starke Dampfbildung statt, daß ein Zerspringen des Kessels zu befürchten ist. Wird aber, wie schon früher angegeben worden, das Wasser zuvor mit etwas kohlensaurem Natron vermischt, so schlägt sich der Kalk und die Magnesia nieder und obige Uebelstände verschwinden, wenn man das hellgewordene Wasser verbraucht. Entläßt das Wasser nur langsam seine Kohlensäure und seinen kohlensauren Kalk, und kommt dabei mit rauhen Körpern in Berührung, so setzt es an diese den Kalk ab und versteinert dieselben gleichsam, wenn es organische Gebilde sind. Solche Versteinerungen oder richtiger Ueberziehungen, Inkrustationen, bilden sich in manchen Quellen sehr schnell und schön und geben Veranlassung zu allerlei Spielereien. Auch wenn solches kalkreiches Wasser durch Röhren geleitet wird, welche inwendig Rauheiten haben, so setzen sie nach und nach ihren Kalk ab und können diese nach und nach gänzlich verstopfen. Findet dieses statt, was leicht an den schwächeren Ausfluß des Wassers

aus der Oeffnung erkannt wird, so läßt man an solchen Orten, wo die Salzsäure wohlfeil ist, diese Säure durch die Röhren gehen, welche den Kalk sogleich lös't.

Vom Chlorcalcium.

Bei der Zersetzung des Salmiaks durch Aetzkalk ist angegeben worden, daß sich neben Ammoniak eine Verbindung des Calciums mit Chlor bilde, welche noch in mehreren anderen Prozessen als Nebenprodukt gewonnen wird, wobei man aber immer ein mehr oder minder unreines Produkt erhält; es findet sich auch in geringer Menge in den Soolwassern. Rein erhält man diese Verbindung, wenn man reinen Marmor in Salzsäure auflös't, die Flüssigkeit zur Trockne verdunstet und den Rückstand bis zum Schmelzen erhitzt, wodurch es nach dem Erkalten als eine feste weiße Masse erhalten wird, welche aus der Luft sehr begierig Wasser anzieht und zuletzt zerfließt.

Diese wasseranziehende Eigenschaft ist es hauptsächlich, welche dem Chlorcalcium einen technischen Werth giebt; denn es dient nicht allein zum Austrocknen der Gasarten und zur Bestimmung des in diesen enthaltenen Wassers, sondern wird auch zur Entwässerung des Weingeistes, zur Feuchthaltung der Weberschlichte, der lithographischen Steine und der Felder angewendet. Zu letzterem Zwecke ist es besonders sehr nutzbar für leicht trocken werdenden Ackerboden, da es vermöge seiner stark hygroscopischen Beschaffenheit allen in der umgebenden atmosphärischen Luft enthaltenen Wasserdampf anzieht und diesen an die Pflanzen abgiebt; hierzu kann ein sehr unreiner salzsaurer Kalk angewendet werden, wie z. B. das sogenannte Düngesalz oder diejenige Flüssigkeit, welche man durch

Zersetzung der Mutterlauge der Salinen, welche viel Chlormagnesium enthält, durch kohlensauren Kalk erhält.

Wird eine concentrirte Auflösung des Chlorcalciums sich selbst überlassen, so krystallisirt sie zum Theil in sechsseitigen Säulen, welche 5 Mischungsgewichte Wasser enthalten. Sie dienen zur Erzeugung einer sehr niedrigen Temperatur, indem vier Theile derselben mit fünf Theilen Schnee vermengt eine Temperatur von — 39° annehmen.

Vom unterchlorigsauren Kalk oder Chlorkalk.

Diese Verbindung der unterchlorigen Säure ist es, welche in der neueren Zeit eine sehr verbreitete Anwendung als Bleich- und Räucherungsmittel erhalten und auf welche Wilhelm seinen Freunden schon mehrere Male verwiesen hatte, um sie mit der Natur des Bleichens bekannt zu machen.

Der Chlorkalk wird im Großen auf folgende Weise dargestellt: Kalkhydrat wird gleichmäßig auf Horden ausgebreitet und diese in eine gut verschließbare Kammer so übereinander gestellt, daß ein Zwischenraum bleibt; dann verschließt man die Kammer und setzt in die am obern Theil derselben angebrachten kreisförmigen Oeffnungen die Gasleitungsröhren, welche mit dem Entwickelungsapparat verbunden sind. Das Chlor wird auf eine der früher angegebenen Methoden sehr vorsichtig in bleiernen Gefäßen entwickelt und zuvor durch Wasser geleitet, damit die mit übergerissenen salzsauren und Chlormangandämpfe aufgenommen werden; das Chlorgas sinkt in der Kammer vermöge seines größeren specifischen Gewichtes, gegen das der atmosphärischen Luft, zu Boden und wirkt auf den Kalk auf gleiche Weise umbildend, wie beim unterchlorigsauren Kali angegeben ist, nur daß hier keine Kohlensäure im Spiel

kommt und ein Theil des Kalkes sich unzersetzt mit dem gebildeten Chlorcalcium zu basischen Chlorcalcium verbindet, wodurch die Möglichkeit bedingt wird, den Chlorkalk in Pulverform zu erhalten.

Das so erhaltene Präparat riecht schwach nach unterchloriger Säure, zieht Kohlensäure und Feuchtigkeit aus der Luft an, wodurch Chlor entwickelt wird, löſ't sich nur zum Theil in Wasser, indem der überschüssige Kalk ungelöſ't bleibt und entwickelt beim Uebergießen mit Säuren Chlorgas; bei vorsichtigem Vermischen bildet sich saurer unterchlorigsaurer Kalk, welcher eine beträchliche bleichende Kraft besitzt; am Licht und in der Wärme wird er zersetzt.

Der Chlorkalk dient, wie schon oben gesagt, hauptsächlich zur Bleicherei; er wird, damit die gleichförmige Vertheilung und Lösung erfolge, fürerst mit dem doppelten seines Gewichtes Wasser vermengt und nach Verlauf von 24 Stunden mit der hinreichenden Menge Wassers verdünnt. In diese Flüssigkeit bringt man die zu bleichende Zeuge, nachdem dieselben gebäucht worden sind, so, daß sie vollkommen von der Flüssigkeit bedeckt werden, und läßt sie hierin 24 bis 30 Stunden lang liegen, während die Fässer gut bedeckt werden. Nach dieser Zeit nimmt man sie heraus, läßt sie abtropfen, spült sie mit Wasser, bäucht sie nochmals und gibt sie in ein frisches Chlorkalkbad; hierin werden sie 18 bis 20 Stunden gelassen, dann abgewaschen, in das Sauerbad gebracht, wo der Kalk abgestumpft wird, dann längere Zeit gewaschen und hierauf getrocknet. Wird zu dem Chlorkalkbad eine verdünnte Säure gesetzt, so wird die bleichende Kraft desselben beschleunigt.

Die Wirkung des Chlorkalks kann doppelter Art sein. Wird nämlich die zu bleichende Waare in ein reines Chlorkalkbad gegeben, so wirkt nur der Sauerstoff des unterchlorigsanren Kalkes,

indem sich dieser mit den Pigmenten verbindet, sie umändert und in Kohlensäure und Wasser verwandelt. Die Pflanzen-Faser wird dabei nur wenig angegriffen, da sie unauflöslich ist und also nur wenige Berührungsflächen darbietet. Wird dagegen das Chlorkalkbad mit einer Säure vermischt, so wird die unterchlorige Säure in Freiheit gesetzt, welche bei Berührung mit organischen Substanzen zersetzt wird, der frei gewordene Sauerstoff aber oxydirend, das Chlor aber wasserstoffentziehend wirkt und so zwei Kräfte die Zerstörung der organischen Stoffe bedingen.

Der Chlorkalk ist bei Räucherungen, d. h. bei Zerstörung und Vernichtung übler Gasarten, den beim Chlor hierzu angegebenen Gemische vorzuziehen, weil man die Entwickelung des Chlors aus jenem mehr in der Gewalt hat als von diesem und daher ein langsames und gleichmäßiges Auftreten des Gases bedingen kann. Er wird nämlich nicht allein durch Säuren, sondern auch durch saure Salze zersetzt; werden diese aber im trocknen Zustande zu Chlorkalkpulver gegeben, so findet nur eine sehr langsame gegenseitige Einwirkung statt; die unterchlorige Säure wird in Freiheit gesetzt, welche aber augenblicklich in Chlor und Sauerstoff zerfällt und ersteres dann die in der Luft enthaltenen schädlichen Dünste zersetzt. Am besten eignet sich hiezu ein Gemenge von 3 Loth trocknem Chlorkalk mit 4 Loth zerriebenem sauren schwefelsauren Kali, welches 4—5 Tage lang Chlorgas ausgiebt, und besonders zur Reinigung der in Anatomiesälen enthaltenen Luft empfohlen wird.

Da der Chlorkalk sehr häufig angewendet, er aber auch sehr vielfältig verfälscht oder schlecht bereitet wird, so hat man schon viele Methoden angegeben, den Praktiker zu unterweisen, wie er die wirkliche Menge von reinem Chlorkalk in käuflichem Chlorkalk auffinden könne; bis jetzt sind aber alle die angegebenen Methoden

nicht so genau, oder so leicht ausführbar, daß sie ein gewünschtes Resultat liefern. Die gewöhnlichste Methode war die, durch Zusatz einer Indigauflösung in Schwefelsäure zu einer Auflösung einer bestimmten Menge Chlorkalk, bis jene nicht mehr entfärbt wurde, die Menge des reinen Chlorkalks zu bestimmen; diese Methode gab aber immer einen größeren Gehalt von Chlorkalk an, als wirklich vorhanden war, da sich beim Lösen des Chlorkalkes auch reiner Kalk löſ't, welcher auf den Indig ebenfalls entfärbend wirkt. Runge schlägt vor, die auf Papier getragene geistige Guajaklösung als ein Prüfungsmittel der Stärke des Chlorkalkes anzuwenden, indem hier der Chlorkalk in verdünntem Zustand nicht bleichend, sondern färbend wirkt, da er das farblose Papier mehr oder minder stark blau färbt; eine andere sehr genaue Prüfung des Chlorkalks wird beim Schwefelbarium angegeben.

Vom Schwefelcalcium.

Wenn man Gyps, d. h. schwefelsauren Kalk, mit Kohle vermengt, einem heftigen Feuer aussetzt, so erhält man zwar ähnliche Produkte, wie bei der Zersetzung des schwefelsauren Kali oder Natron mit Kohle, aber das feste Produkt ist nicht geschmolzen, sondern stellt eine pulverige, schwach zusammenhängende Masse dar, welche sich auch im Prozeß der Fabrikation des kohlensauren Natrons bildet und eigentlich nur deßhalb von technischem Interesse ist. Sie löſ't sich nur sehr wenig in Wasser, aber leicht und unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas in verdünnten Säuren, weshalb sie zur Darstellung dieses Gases benutzt wird. Das frischbereitete Schwefelcalcium hat die Eigenschaft, wenn es zuvor dem Sonnenlicht ausgesetzt wird, im Dunkeln zu leuchten.

Vom schwefelsauren Kalk oder Gyps

Diese Verbindung des Kalkes findet sich fast eben so häufig in der Natur, wie der kohlensaure Kalk, krystallisirt und nicht krystallisirt, durchsichtig und undurchsichtig, farblos und verschiedenartig gefärbt. Er enthält 2 Mischungsgewichten Wasser, welches er bei einer Temperatur von 120° entläßt und zu einem weißen Pulver zerfällt, welches jedoch eine größere Menge Wasser wieder bindet und bald zu einer festen Masse erstarrt. Dieses Verhalten macht den Gyps zu vielen Gegenständen nutzbar, nämlich zum inneren Abputz der Gebäude, zum Gypsmarmor, zur Verfertigung von Büsten, Statuen, Vasen u. s. w.

Das Entwässern oder Brennen des Gypses kann in gewöhnlichen Backöfen geschehen, welche bis zu 120° erhitzt, dann von den Bränden befreit und hierauf mit dem Gyps beschickt werden. Das Brennen des Gypses erfordert ebenfalls Aufmerksamkeit; denn wird er zu stark erhitzt, so sintert er zusammen und erhärtet dann nicht beim Vermischen mit Wasser; wird er hingegen zu wenig erhitzt, so hält er Wasser zurück, nimmt nur wenig Wasser an und erhärtet ungleichförmig. Auch ist die Beschaffenheit des rohen Gypses zu berücksichtigen; denn je härter er selbst ist, um so mehr erhärtet er nach dem Brennen beim Vermischen mit Wasser und umgekehrt, um je weicher er ist, um so weicher bleiben die aus ihm geformten Gegenstände. Der Gyps wird nach dem Brennen zwischen vertikal laufenden Mühlsteinen zerkleinert, gesiebt und an trocknen Orten in Fässern aufbewahrt.

Zur Verfertigung von Büsten, Statuen u. s. w. wird der feinste und härteste Gyps zuvor gepulvert und in einem kupfernen Kessel über einem Wasserbad entwässert, wobei er gleichsam in's Kochen zu kommen scheint; hört diese Erscheinung auf, so ist die

Entwässerung beendigt und der Gyps zur Fabrikation obiger Gegenstände tauglich.

Soll der gebrannte Gyps zum Abputz der inneren Räume eines Gebäudes, zu Gesimsen und dergl. verwendet werden, so werden 2 Raumtheile desselben mit 1 Raumtheil Wasser schnell vermengt und verarbeitet; wird zugleich etwas Kalk und Sand zugemengt, so erfolgt zwar die Erhärtung weniger schnell, die Masse läßt sich aber auch bequemer ausarbeiten. Solche Verarbeitungen des Gypses können aber bloß an Orten angebracht werden, wo die Nässe nicht einwirken kann, da er in Wasser löslich ist und sie deshalb bald zerstört werden wurden.

Zur Bereitung des Gypsmarmors oder Stucks vermischt man den Gyps mit Leimwasser und setzt dem Gemenge verschiedene farbige Oxyde hinzu; nach dem Erhärten wird die Masse mit Sand und Bimsstein abgeschliffen und polirt, worauf die Masse das Ansehen des vielfarbigen Marmors erhält.

Der Gypsbrei kann auch zur Ausspritzung anatomischer Präparate benutzt werden, zu welchem Zweck aber, um das schnelle Festwerden zu verhindern, dem Wasser 1/3 Weingeist zugesetzt werden muß.

Der Gyps lös't sich nicht in großer Menge in Wasser, aber doch hinreichend, um dieses für einige Zwecke untauglich zu machen; 1 Theil Gyps lös't sich in 400 Theilen Wasser auf und stellt eine helle, geschmacklose Flüssigkeit dar, welche aber bei Zusatz von Seifenlösung getrübt wird, indem sich unlöslicher fettsaurer Kalk und lösliches schwefelsaures Natron bildet. Sehr viele Quellwässer fließen aber über Gypslager und nehmen von diesem auf, wodurch sie zum Waschen, gleich dem mit kohlensaurem Kalk geschwängerten Wasser, untauglich werden. Auch hier wirkt ein Zusatz von kohlensaurem Natron, welches den Kalk entfernt.

Solche gypshaltige Wasser erleiden, wenn sie mit organischen Substanzen in Berührung kommen, eine Umänderung und verbreiten einen Geruch nach Schwefelwasserstoff, was dadurch bedingt wird, daß die organischen Substanzen auf den schwefelsauren Kalk reducirend wirken, ihn in Schwefelcalcium verwandeln, welches von der gleichzeitig gebildeten Kohlensäure unter Mitwirkung von Wasser wieder in kohlensaurem Kalk und Schwefelwasserstoff verwandelt wird. Durch eine solche Umbildung der schwefelsauren Salze des Wassers werden die kalten Schwefelwasser gebildet, wenn das Wasser durch einen humusreichen Boden sintert.

In den technischen Fabriken wird der schwefelsaure Kalk zur Zersetzung des kohlensauren Ammoniaks behufs der Salmiakfabrikation (s. d. Artikel) benutzt. Dieses Verhalten des Gypses kann auch sehr zweckmäßig in der Landwirthschaft benutzt werden, um sogenannten hitzigen Dünger, welcher wegen seiner starken Aushauchung von kohlensaurem Ammoniak auf die Vegetation nachtheilig wirkt, in fruchtbaren Dünger zu verwandeln, indem man ihn mit diesem vermischt, wodurch ebenfalls ein Umtausch der Bestandtheile eingeleitet und nicht allein die energische Wirkung des Ammoniaksalzes verhindert, sondern auch der für die Vegetation der Pflanzen vortheilhafte kohlensaure Kalk gebildet wird.

Auch für sich ist der Gyps der Vegetation verschiedener Gewächse sehr vortheilhaft; so wird der Klee weit kräftiger, wenn der Boden zuweilen mit Gyps bestreut wird; auch für den Kartoffelbau soll er sehr vortheilhaft sein, indem dadurch die Knollen mehr entwickelt werden; für Hülsenfrüchte ist er aber nicht tauglich, da diese dadurch die Eigenschaft verlieren, beim Kochen mit Wasser weich zu werden.

Vom phosphorsauren Kalk.

Der Kalk verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit der Phosphorsäure; diese Verbindungen sind, mit Ausnahme der basischen, von keinem Interesse. Die basische Verbindung ist mit stickstoffhaltiger Kohle verbunden in dem Beinschwarz enthalten und oben bei dem Artikel Kohle schon beschrieben worden; wird aber dieses Beinschwarz oder überhaupt Knochen an der Luft so lange erhitzt, bis aller Kohlenstoff verbrannt und Stickstoff entfernt ist, so hinterbleibt eine grauweiße Masse, welche im gepulverten Zustand die Knochenerde oder Knochenasche darstellt, geruch- und geschmacklos ist, sich leicht in denjenigen Säuren lös't, welche mit Kalk lösliche Salze bilden, in großer Hitze zu einer porzellanartigen Masse schmilzt und aus 3 Mischungsgewichten Kalk und 1 Mischungsgewicht Phosphorsäure besteht. Diese basische Natur der Knochenasche macht dieselbe zu einem sehr praktischen Entsäuerungsmittel solcher Flüssigkeiten, welche Säuren enthalten, die mit Kalk unlösliche Verbindungen bilden. So ist in manchen Weinsorten, besonders der nördlicheren Gegenden, so viel Weinsteinsäure enthalten, daß derselbe als Wein kaum genießbar ist, wird aber ein solcher Wein je nach dem Verhältniß seiner Säure mit mehr oder weniger zuvor mit Wasser ausgelaugter Knochenasche behandelt, so wird die Weinsteinsäure von dem überschüssigen Kalk zu einer in Wein oder Wasser unlöslichen Verbindung gebunden, ohne daß der Wein hierdurch seine Blume verliere. Wenn sich der Wein wieder geklärt hat, so wird er auf andere Gefäße abgezogen und stellt dann ein genießbares Getränk dar. Die Knochenasche wird, da sie selbst schon schmelzbar ist und nach dem Erkalten milchweiße Gläser gibt, zu anderen Glasmassen gesetzt, um das sogenannte Milchglas darzustellen, wird auch zu Porzellanmassen gesetzt, um durchscheinende

Waare zu verfertigen, dient ferner als Putz- und Zahnpulver und zur Darstellung der Abtreibkapellen. Durch Schwefelsäure wird sie zerlegt und hierauf beruht die Darstellung der Phosphorsäure, welche durch Alkohol von dem vorhandenen Gyps oder unzersetzten phosphorsauren Kalk befreit werden kann, indem diese in jener Flüssigkeit unlöslich sind.

Kieselsaurer Kalk findet sich im Mineralreich, ist ein Bestandtheil der Kalkgläser und bildet sich beim Erhärten des Wassermörtels.

Von den Verbindungen des Strontiums.

Die Verbindungen dieses Metalles haben, mit Ausnahme weniger, im technischen Leben nur noch wenig Anwendung gefunden, und sollen daher hier nur angedeutet werden, da sie im Ganzen mit den Verbindungen des vorhergehenden und des nachfolgenden Metalles viel Analoges zeigen.

Strontia. Wird kohlensaure Strontia mit Kohle oder salpetersaure Strontia für sich erhitzt, so entweicht im ersten Fall Kohlenoxydgas, im anderen Fall Salpetergas und Sauerstoffgas, und es hinterbleibt eine grauweiße, unschmelzbare, scharf und ätzend schmeckende Substanz, welche sich beim Befeuchten mit Wasser erhitzt und zu einem weißen Pulver, Strontiahydrat, zerfällt, welches in Wasser löslicher ist als das Kalkhydrat und aus einer heiß bereiteten Auflösung mit noch mehr Wasser verbunden auskrystallisirt. Die Strontia bildet mit den Säuren Salze, welche die Eigenschaft haben, der Flamme des brennenden Alkohol eine schöne Purpurfarbe mitzutheilen, wodurch sie leicht von den Barytsalzen, welche die Flamme des Alkohol gelb färben, unterschieden werden können; durch ihr Verhalten gegen Gypswasser, welches dieselben

langsam fällt, unterscheiden sie sich von den Kalksalzen, mit welchen Salzen sie nur verwechselt werden können.

Salpetersaure Strontia. Wird Schwefelstrontium oder kohlensaure Strontia mit Salpetersäure übergossen, so entweicht im ersten Fall Schwefelwasserstoff, im anderen Kohlensäure und man erhält eine wässerige Flüssigkeit, welche beim Verdampfen und in der Kälte farblose, durchsichtige Oktaëder absetzt. Dieses Salz hat, wie alle salpetersaure Salze, die Eigenschaft, in der Hitze an brennbare Substanzen Sauerstoff abzugeben, aber auch zugleich der dadurch entstehenden Flamme eine ausgezeichnet schöne Purpurfarbe mitzutheilen, weßhalb es statt des Salpeters in Feuerwerkereien benutzt wird. Um ein sehr schönes Rothfeuer zu erhalten, vermengt man 4 Loth schwarzen Schwefelspießglanz, 5 Loth chlorsaures Kali, 13 Loth Schwefelblumen und 40 Loth entwässerte salpetersaure Strontia; alle Substanzen müssen gänzlich trocken und fein zerrieben sein; das chlorsaure Kali wird für sich, aus den schon früher erwähnten Gründen, zerrieben und dann erst dem Gemenge der anderen Bestandtheile mittels öfterem Durchschlagen durch ein Sieb zugemischt, worauf das Gemenge gegen den Zutritt der Feuchtigkeit geschützt aufbewahrt und für den Gebrauch bloß durch ein Stück glimmenden Schwammes entzündet wird.

Kohlensaure Strontia findet sich krystallisirt im Mineralreich als Strontianit und wird durch Vermischen irgend eines Strontiasalzes mit kohlensaurem Natron erhalten, wo es als ein weißes Pulver zu Boden fällt; es lös't sich etwas in kohlensaurem Wasser und ist deßhalb der Bestandtheil einiger Mineralwasser.

Chlorstrontium wird wie die salpetersaure Strontia aus Schwefelstrontium oder kohlensaurer Strontia und Salzsäure erhalten und krystallisirt nur schwierig aus der Auflösung in langen

Säulen. Sie löſ't ſich in Alkohol und wird, in dieſem gelöſ't und angebrannt, benutzt, um auf Theatern ein andauerndes purpurfarbenes Licht zu erzeugen.

Schwefelſtrontium wird ganz auf dieſelbe Weiſe wie das Schwefelcalcium aus ſchwefelſaurer Strontia dargeſtellt. Da im Großen die Zerſetzung in Tiegeln mit Schwierigkeiten und großem Aufwand von Heitzmaterial verbunden iſt, ſo kann man dieſe Verbindung, wenn auch weniger rein, auf folgende Art darſtellen. Die höchſt feingepulverte ſchwefelſaure Strontia wird mit der gehörigen Menge Kohlenpulver und dann mit in Waſſer gekochten ſchlechtem Mehl zu einer bildbaren Maſſe vermiſcht, aus welcher man 6 — 8 Zoll lange und 1½ — 2 Zoll ſtarke Rollen formt und dieſe an der Luft langſam trocknet. Iſt dieſes geſchehen, ſo gibt man ſie auf eine in einem hohen und gutziehenden Windofen befindliche Lage glühender Kohlen, ſo daß ſie eine Schicht bilden, bedeckt dieſe mit Kohlen, dieſe wieder mit den Rollen u. ſ. f., bis der Ofen angefüllt iſt, worauf man den Ofen in volle Gluth kommen läßt. Gegen das Ende der Verbrennung wird der Zutritt der Luft verhindert, und dann werden die Rollen, ſo bald es die Gluth des Ofens erlaubt, herausgenommen oder durch eine am Roſt des Ofens befindliche Oeffnung herausgeharkt, ſogleich in Waſſer geworfen und zur Anfertigung der bezweckten Salze benutzt. Ein Theil der Rollen zerfällt und geht dann durch den Roſt in den Aſchenheerd, wo er aber, wenn dieſer zuvor von der Aſche befreit worden iſt, herausgenommen und ins Waſſer mitgegeben werden kann. Das, was hierbei nicht durch Waſſer oder Säuren gelöſ't wird, iſt unzerſetzte ſchwefelſaure Strontia, die bei einer neuen Zerſetzung wieder mit verarbeitet werden kann. Auch die beim Abbrennen der Rothfeuermaſſe zurückbleibende ſalzige Maſſe, welche größtentheils aus

schwefelsaurer Strontia besteht, kann wiederum zur Darstellung der Strontiumverbindungen benutzt werden, wobei man dann nur die fremden Beimengungen berücksichtigen muß.

Schwefelsaure Strontia findet sich im Mineralreich entweder krystallisirt oder faserig als Cölestin und besonders in großer Menge in der Gegend von Jena, von wo er meist für die Darstellung der Strontiasalze bezogen wird; sie löſ't sich etwas in Wasser, aber bedeutend weniger als der Gyps.

Kieselsaure Strontia; wird statt des Kalkes Strontia zu den Glasflüssen gesetzt, so erhält man ein leicht schmelzbareres, dichteres und das Licht stärker brechendes Glas, welches kieselsaure Strontia enthält.

Von den Verbindungen des Baryums.

Baryt oder Baryumoxyd. Dieses Oxyd wird ganz auf dieselbe Weise gewonnen wie die Strontia, und stellt dann eine grauweiße, erdige unschmelzbare Substanz dar, welche sehr brennend und ätzend schmeckt, mit Wasser sich erhitzt und zu einem weißen Pulver zerfällt, Barythydrat, welches in Wasser löslicher ist, als der Kalk und stark alkalisch reagirt; aus einer concentrirten Auflösung krystallisirt es mit Krystallwasser und löſ't sich dann schon in zwei Theilen kochenden Wassers. Die Barytsalze lassen sich, in Wasser gelöſ't, dadurch von den Kalksalzen unterscheiden, daß sie durch Gypswasser gefällt werden, und von den Strontiasalzen, welche ebenfalls vom Gypswasser gefällt werden, durch die Flamme der Weingeistlampe und durch ihr Verhalten gegen Kieselfluorwasserstoffsäure, von welcher sie, aber nicht die Strontiasalze gefällt werden.

Salpetersaurer Baryt.

Wird auf gleiche Weise dargestellt, wie die salpetersaure Strontia; er krystallisirt in farblosen durchsichtigen Tetraëdern, welche

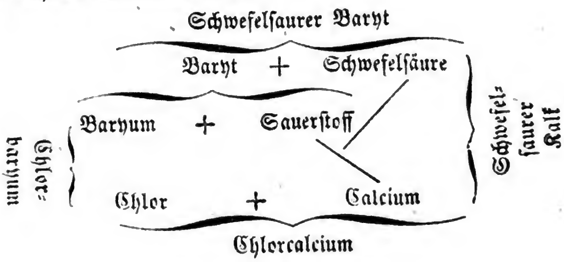
etwas schwerlöslich in Wasser sind, in der Hitze reinen Baryt hinterlassen und beim Glühen mit Manganhyperoxyd dieses in Mangansäure verwandeln, welche sich mit dem freigewordenen Baryt zu grünem mangansauren Baryt verbindet. Der salpetersaure Baryt wird nur zu den angeführten Zwecken und in Wasser aufgelös't als Reagens auf Schwefelsäure benutzt.

Kohlensaurer Baryt.

Wird ebenfalls wie die kohlensaure Strontia gewonnen, findet sich aber auch krystallisirt in großer Menge in England. Er ist ein weißes Pulver, welches in Wasser fast gänzlich unlöslich, etwas mehr in kohlensaurem Wasser löslich ist. Er dient außer zu verschiedenen wissenschaftlichen Zwecken und zur Darstellung der Barytsalze zur Gewinnung des kohlensauren Natron aus Glaubersalz und, da er wie alle übrigen Barytsalze giftig wirkt, in England zur Vertilgung der Ratten.

Chlorbaryum.

Kann auf dieselbe Weise gewonnen werden, wie das Chlorstrontium, jedoch wohlfeiler, wenn man Chlorcalcium mit feingepulvertem schwefelsauren Baryt glüht, wobei der Austausch der beiderseitigen Bestandtheile so geschieht, daß man ihn durch folgendes Schema ausdrücken kann:



Wird die Masse dann mit kaltem Wasser ausgelaugt, so erhält man beim Verdampfen das Chlorbaryum in wasserhaltigen Krystallen, aber nicht in solcher Menge, als die Berechnung eigentlich geben müßte, da theils der schwefelsaure Baryt nicht vollkommen zersetzt wird, theils der gebildete schwefelsaure Kalk, wegen seiner Löslichkeit in Wasser, auf das gebildete Chlorbaryum zersetzend wirkt. Um diesem Uebelstand vorzubeugen, setzt man zu dem Gemenge von 116 Theilen schwefelsauren Baryt und 55 Theilen Chlorcalcium noch 24 Theile Kohlenpulver, wodurch der in der Glühhitze sich bildende schwefelsaure Kalk im Schwefelcalcium, welches auf das Chlorbaryum nicht zersetzend wirkt, verwandelt wird.

Das Chlorbaryum krystallisirt in durchsichtigen, farblosen vierseitigen Tafeln, welche 2 Mischungsgewichte Wasser enthalten, schmeckt bitterlich und eckelerregend und wirkt giftig, lös't sich leicht in Wasser und etwas in kochendem Alkohol und ertheilt der Flamme desselben, wenn es frei von Chlorstrontium ist, eine gelbe Farbe. Es dient nur als Reagens auf Schwefelsäure und deren Salze, welche damit in Wasser und in Säuren unlösliche Niederschläge von schwefelsaurem Baryt bilden.

Schwefelbaryum.

Wird ganz auf dieselbe Weise gewonnen, wie das Schwefelstrontium, wo es dann eine röthlich gelbe, lockere Masse darstellt, welche, wenn es von der Sonne beschienen worden, im Dunkeln leuchtet, und sich in kochendem Wasser lös't, woraus es beim Erkalten in weißen Schuppen krystallisirt. Es dient zur Darstellung der übrigen Barytsalze; so kann z. B. der Baryt in Krystallen erhalten werden, wenn man Schwefelbaryum mit Kupferasche (Kupferoxyd) und Wasser erhitzt, wobei sich das Kupfer schwefelt und

abscheidet, das Baryum aber oxydirt und auflös't. Die Auflösung des Schwefelbaryums wird durch schwefelige Säure nicht verändert und dieses Verhalten wird sehr gut zur Bestimmung des Gehaltes an unterchloriger Säure im Chlorkalk benutzt. Wird nämlich die Lösung einer bestimmten Menge Chlorkalk zu einer Auflösung von Schwefelbaryum in Wasser, welche mit schwefeliger Säure gesättigt ist, gegeben, so wird der unterchlorigsaure Kalk durch die schwefelige Säure zersetzt, diese aber selbst durch den Sauerstoff der unterchlorigen Säure in Schwefelsäure verwandelt, welche mit dem auf Kosten des Wassers oxydirten Baryum schwefelsauren Baryt bildet, der sich niederschlägt und dann ausgewaschen, getrocknet und gewogen wird. 116,6 Theile schwefelsaurer Baryt entsprechen 35,4 Theile Chlor, oder 43,4 Theile unterchloriger Säure oder 71,9 Theile unterchlorigsaurem Kalk.

Schwefelsaurer Baryt findet sich sehr häufig im Mineralreich und wird wegen seiner späthiger Beschaffenheit und seinem großen specifischen Gewicht Schwerspath genannt; er ist durch Beimengung von Metalloxyden verschiedenartig gefärbt, kann aber durch Kochen mit Schwefelsäure farblos gemacht werden. Er schmilzt in einer sehr hohen Temperatur zu einer emailartigen Masse und wird deßhalb in England zur Fabrikation eines Steinzeuges benutzt. Durch Glühen mit Kohle wird er in Schwefelbaryum verwandelt. Im weißen oder gereinigten Zustand dient er zur Vermischung des Bleiweißes, welches dadurch mehr gegen die färbende Wirkung des Schwefelwasserstoffes benutzt wird.

Von den Verbindungen des Magnesiums.

Von diesen finden nur wenige, die auf dem Wege der Kunst bereitet werden, eine technische Anwendung; aber mehrere im

Mineralreich vorkommende sind ein Gegenstand der Technik und müssen hier erwähnt werden.

Magnesia oder Bittererde. Wenn die weiße Magnesia, wie man sie unter diesen Namen aus den Apotheken erhält, mit verdünnten Säuren in Berührung kommt, so braus't sie auf, verliert aber diese Eigenschaft, ohne ihre äußere Form zu ändern, wenn sie geglüht wird. Sie stellt dann ein weißes, geruchloses, äußerst lockeres Pulver dar, welches in keiner Hitze schmelzbar ist; sie erhitzt sich kaum, wenn sie mit Wasser befeuchtet wird, verwandelt sich aber doch in ein Hydrat. Ihre Löslichkeit in Wasser ist sehr gering; sie bedarf etwas über 5000 Theile Wasser von 17,5° und 36,000 Theile siedendes Wasser zur Lösung. Wegen ihrer Unschmelzbarkeit wird sie als Zusatz zu Tiegeln gegeben, welche einer hohen Temperatur ausgesetzt werden sollen. Mit den Säuren bildet sie meist bitterschmeckende Salze, woher sie auch den Namen erhalten hat; auch mit den sauren Pflanzenfarben geht sie lackartige Verbindungen ein.

Kohlensaure Magnesia findet sich als eine weiße, derbe, knollige Masse im Mineralreich als Magnesit und in Verbindung mit kohlensaurem Kalk als Dolomit, welche beide da, wo sie häufig vorkommen, auf schwefelsaure Magnesia benutzt werden. Die gewöhnliche weiße Magnesia der Apotheken ist eine basische kohlensaure Magnesia und wird durch Zersetzung irgend eines wohlfeilen Magnesiasalzes, wie z. B. des Chlormagnesiums oder der schwefelsauren Magnesia durch kohlensaures Kali oder Natron erhalten. Man sollte hierbei ebenfalls eine neutrale kohlensaure Magnesia erhalten, jedoch entweicht bei der Fällung ein Theil Kohlensäure, die dann durch Wasser vertreten wird; sie ist also eine Verbindung

von kohlensaurer Magnesia mit Magnesiahydrat. Sie ist ein höchst lockeres und weißes, geruch= und geschmackloses Pulver, welches sich nur in 2500 Theilen kalten und 9000 Theilen heißen Wasser, aber bedeutend mehr in kohlensaurem Wasser lös't. In der Technik findet sie ebenfalls keine Anwendung, aber desto mehr in der Medicin. Sie ist ein sehr gutes Verbesserungsmittel des Mehles von verdorbenem Getreide, indem sie daraus das verfertigende Brod lockerer und weißer macht; 20 bis 40 Gran kohlensaure Magnesia auf 1 Pfund Mehl ist hinreichend, diese Veränderung hervorzubringen.

Chlormagnesium findet sich in ziemlicher Menge in dem Meer=, Sool= und Quellenwasser und ist ein Hauptbestandtheil der Mutterlauge der Salinen, in welchen sie sich in der Winterkälte durch Umwandlung der Bestandtheile von schwefelsaurer Magnesia und Chlornatrium in noch größerer Menge bildet. Im trocknen Zustand zieht es sehr begierig Wasser an und ist die Ursache des Feuchtwerdens des aus Salzsoolen erhaltenen Kochsalzes. Durch Vermischung der Mutterlauge der Salzsoolen mit kohlensaurem Ammoniak wird es in kohlensaure Magnesia verwandelt. In höheren Temperaturgraden, z. B. bei 50°, wird das Chlormagnesium durch schwefelsaures Natron zersetzt, indem sich dann aus der concentrirten Auflösung Chlornatrium abscheidet und schwelfelsaure Magnesia in Auflösung bleibt. Es gibt also ein merkwürdiges Beispiel der Umänderung zweier Salze in verschiedenen Temperaturen, denn beim Gefrierpunkt zersetzt sich Kochsalz und schwefelsaure Magnesia in schwefelsaures Natron und Chlormagnesium und diese in höherer Temperatur wieder in schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium. Die Mutterlauge der Salinen wird auf Salzsäure, Salmiak, kohlensaure und schwefelsaure Magnesia, Chlorcalcium und, da sie gewöhnlich auch Brommagnesium enthält, auf Brom benutzt.

Schwefelsaure Magnesia. Die Bildung dieses Salzes in den Mutterlaugen der Salinen ist eben angegeben worden; es findet sich aber auch in vielen Mineralwässern gelös't und wittert an einigen Orten, wo Gypswasser mit Dolomit in Berührung kommt, als sogenanntes Haarsalz aus der Erdoberfläche.

Die schwefelsaure Magnesia wird da, wo es in Quellwasser aufgelös't enthalten ist, durch Gradiren und Verdampfen derselben dargestellt. Meistentheils gewinnt man es aber jetzt aus den Mutterlaugen der Salinen und des Meerwassers, welche, wenn sie schwefelsaures Natron und Chlormagnesium enthalten, verdampft werden, wo dann, wie eben angeführt worden, bei 50° Chlornatrium abgeschieden wird; enthalten sie nicht die hinreichende Menge schwefelsaures Natron, so werden sie durch Schwefelsäure zersetzt. Außerdem wird die schwefelsaure Magnesia aus einigen Magnesia und Schwefel enthaltenden Mineralien gewonnen; so enthält der Talkschiefer in der Nähe von Genau Schwefelkies und Kupferkies eingesprengt; wird er im gerösteten Zustand der feuchten Luft ausgesetzt, so oxydiren sich die Schwefelmetalle und bilden schwefelsaure Salze, die aber durch die vorhandene Magnesia zersetzt werden. Die Masse wird mit Wasser ausgelaugt, das noch vorhandene Kupfersalz erst durch metallisches Eisen und das Eisensalz durch Kalk zersetzt, die Flüssigkeit der Ruhe überlassen und dann versotten. Auch der Alaunschiefer enthält zuweilen Magnesia und gibt dann bei der Alaunbereitung (s. weiter unten) eine Mutterlauge, welche reich an schwefelsaurer Magnesia ist und in Schweden darauf benutzt wird.

Die schwefelsaure Magnesia krystallisirt in vierseitigen Säulen, welche 51% oder 7 Mischungsgewichte Wasser enthalten; behufs der

besseren Verpackung läßt man aber nie große Krystalle bilden, sondern stört die Krystallisation der concentrirten und erkalteten Salzlauge durch Umrühren, wodurch sich nur kleine, spießige Krystalle bilden. Sie schmeckt bitter und salzig, woher sie auch den Namen Bittersalz hat. In der Wärme schmilzt sie in ihrem Krystallwasser und entläßt dasselbe; sie lös't sich sehr leicht in Wasser. Ihre hauptsächlichste Anwendung ist zur Darstellung der übrigen Magnesiapräparate und als ein sehr kräftiges Abführungsmittel in der Medicin.

Phosphorsaure Magnesia ist deshalb von Wichtigkeit, weil sie ein Bestandtheil der Getreidearten und deshalb auch der daraus verfertigten Bäckereien und des Bieres ist; in letzterem scheint sie, gleich dem Weinstein im Wein, viel zu seinen guten Wirkungen beizutragen und muß bei der Untersuchung der Biere berücksichtigt werden, damit nicht irrthümlicher Weise auf eine Verfälschung mit Schwefelsäure geschlossen wird. Die Phosphorsäure fällt nämlich die Barytsalze, der entstehende phosphorsaure Baryt unterscheidet sich aber von dem schwefelsauren Baryt dadurch, daß er in Säuren löslich ist.

Kieselsaure Magnesia findet sich im neutralen Zustand als Speckstein, Seifenstein, spanische oder venetianische Kreide an verschiedenen Orten Europa's, und wird zum Polieren, Schminken, zum Vorzeichnen, als Reibung-vermindernde Mittel und zur Vertilgung der Fettflecken aus Wollen- und Seidenzeug benutzt. Man verfertigt daraus noch allerhand Gegenstände, wie Pfröpfe für scharfe Dämpfe und Flüssigkeiten und kann aus aderfreien Stücken sehr gutschließende Schmelztiegel mit Deckel verfertigen, welche sich dadurch auszeichnen, daß sie um so härter und dauerhafter werden, je öfter man sie dem Feuer aussetzt. Sie dürfen jedoch nicht

zur Schmelzung alkalischer Gemenge benutzt werden, da sie dadurch ihre Kieselsäure verlieren und zerstört werden würden.

Mit 6 Mischungsgewichten Wasser verbunden kommt die neutrale kieselsaure Magnesia im Mineralreich als Meerschaum vor, woraus hauptsächlich nur Pfeifenköpfe, in neuerer Zeit aber auch recht gute chemische Oefen verfertigt werden, die sich dadurch auszeichnen, daß sie durch die Seitenwände nur wenig Wärme hindurchlassen. Er kann auf dem Wege der Kunst erzeugt werden, wenn man eine sehr verdünnte Auflösung von schwefelsaurer Magnesia durch eine sehr verdünnte Auflösung von kieselsaurem Kali fällt, wobei sich Schwefelsäure mit Kali und Magnesia mit Kieselsäure vereinigt; letztere Verbindung schlägt sich mit Wasser verbunden als eine kleisterartige Masse nieder, die nur sehr langsam ausgetrocknet werden darf.

Eine andere kieselsaure Verbindung der Magnesia ist der Serpentin, welcher als gemeiner Serpentin zu verschiedenen Geschirren und besonders zu Apothekergeräthschaften verarbeitet wird, und als Asbest wegen seiner Biegsamkeit zur Darstellung unverbrennlicher Kleidungsstücke für die Feuerrettungsmannschaften, zu Zündfläschchen, um der Schwefelsäure ihre flüssige Form zu nehmen, und zur Steinpappe und Steinpapier benutzt wird.

Eine Verbindung von basisch kieselsaurer Magnesia mit kieselsaurem Kalk und geringen Mengen von thonsaurer Magnesia und Eisenoxydul ist die Hornblende, welche schon für sich schmelzbar ist und als Zusatz zum Bouteillenglas benutzt wird.

Nach andere Magnesia enthaltende Mineralien sind der Talk, auch venetianischer Talk genannt, welcher wie der Speckstein benutzt wird, der Bildstein oder chinesische Speckstein, welcher zu Schnützwerken dient, der Topfstein, ein Gemenge von Glimmer,

Talk, Chlorit und Magneteisenstein, aus welchem mancherlei Kochgeschirre und Ofenplatten von großer Dauerhaftigkeit verfertigt werden, und der außerdem als Baustein benutzt wird, und der **Chlorit**, welcher da, wo er in großen Massen vorkommt, als ein vortreffliches Material zum Chausseebau benutzt wird; die blättrigen und schön glänzenden Abarten desselben dienen als Streusand.

Von den Verbindungen des Alumiums.

Einige dieser Verbindungen sind von höchst wichtigem Interesse, da sie nicht allein für manche Gewerbszweige ganz unentbehrlich geworden sind, sondern auch die Materialien zur Bereitung der verschiedenen Arten von Geschirren, Bausteinen u. s. w. liefern.

Alumiumoxyd, Alaun- oder Thonerde. Dieses Oxyd ist unter den bis jetzt abgehandelten das erste, welches sich frei im Mineralreich vorfindet und dann geschätzte Edelsteine darstellt, welche durch Spuren von Metalloxyden gefärbt, blau den Saphir, roth die orientalischen Rubine, gelb die orientalischen Topase, violet die orientalischen Amethyste und grün die orientalischen Smaragde darstellt. Unreinere Thonerde sind der Korund oder Demantspath und der Smirgel, welche zum Schleifen von Edelsteinen, Glaswaaren und den verschiedenen Stahlwaaren benutzt werden. Auch mit Wasser verbunden findet sich die Thonerde im Gibsit und Diaspor, die aber nur mineralogisches Interesse haben.

Wird eine Auflösung von Alaun in der Siedhitze mit kohlensaurem Natron vermischt, so schlägt sich unter Entwickelung von Kohlensäure Thonerdehydrat von voluminöser Beschaffenheit nieder, welches aber auch noch eine gewisse Menge Alkali zurückhält. Um reine Thonerde zu gewinnen, wird dieser Niederschlag ausgewaschen, in Salzsäure gelöst und mittels Ammoniak niedergeschlagen; der

Niederschlag stellt, nachdem er gewaschen, getrocknet und geglüht worden, die reine Thonerde dar, welche vollkommen weiß, pulverig, geruch= und geschmacklos und nur vor dem Knallgasgebläse schmelzbar ist. Durch das Glühen erleidet die Thonerde eine eigenthümliche Umänderung, denn während sich die frischgefällte Thonerde in den schwächsten Säuren und selbst in kohlensaurem Wasser lös't, ist die geglühte nur in sehr starken Säuren und dann auch nur langsam löslich. Ihre Verbindungen mit den Säuren sind nicht sehr fest, denn schon in der Hitze werden die meisten derselben zersetzt, jedoch hat sie noch genug basische Kraft, um verschiedene saure Pflanzenfarben anzuziehen und sie für die Färberei und Kattundruckerei tauglich zu machen, da sie sich auch gegen die Pflanzenfaser basisch verhält und von dieser aus ihren Verbindungen mit Säuren angezogen wird. Aber gegen die Basen verhält sie sich wie eine schwache Säure, denn sie wird von jenen gelös't; selbst die Erdalkalien wirken noch lösend darauf. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man zu der Lösung des Alauns Kali= oder Natronlauge gießt; es bildet sich zuerst ein sehr voluminöser Niederschlag von Thonerdehydrat, der aber wieder gänzlich verschwindet, wenn man mehr Lauge zusetzt. Eine solche Lösung der Thonerde in Kalilauge dient in der Kattundruckerei zum Rothdruck; sie enthält das Kali so fest gebunden, daß dieses auf das Krapproth nicht mehr blau färbend wirkt. Das Thonerdehydrat läßt sich auch mit einer gewissen Menge Oel zu einer durchscheinenden, beinahe farblosen Verbindung vereinigen. Diese Eigenschaft wird benutzt, um Farben, die sich beim Eintauchen der Palette in Wasser vom Oel trennen, diesen Uebelstand zu benehmen. Ueberhaupt hat die Thonerde, auch im unreinen Zustand, eine starke Anziehung zum Oel und sie wird, mit Wasser zu einem Brei angemacht, benutzt, um

Oel- und Fettflecken aus Kleidungsstücken, Holzwerk u. s. w. entfernen. Uebrigens findet die reine Thonerde keine anderweite Anwendung. Die Thonerde läßt sich für sich, wie in ihren Verbindungen, sehr leicht durch ihr Verhalten gegen die ätzenden Alkalien und dadurch erkennen, daß sie, mit einer Auflösung von salpetersaurem Kobaltoxyd befeuchtet, einer starken Hitze ausgesetzt wird, wobei sie sich schön blau färbt.

Unter den Verbindungen der Thonerde mit den Mineralsäuren haben nur die schwefelsaure Thonerde und ihre Verbindung mit den schwefelsauren Alkalien technisches Interesse.

Schwefelsaure Thonerde wird im reinen Zustand durch Lösen von Thonerdehydrat in Schwefelsäure, in unreineren Zustand durch Behandlung des möglichst kalk- und eisenfreien Thons, welcher zuvor geglüht und dann möglichst fein zerrieben wird, mit Schwefelsäure bei 70°, worauf man die Masse noch wenigstens einen Monat lang sich selbst überläßt und hierauf mit Wasser auslaugt, erhalten. Aus der concentrirten Auflösung krystallisirt die schwefelsaure Thonerde in perlmutterglänzenden Blättchen, welche sich sehr leicht in Wasser lösen, 46,6 % Krystallwasser enthalten und sowohl dieses wie ihre Säure bei erhöhter Temperatur gänzlich entlassen. Die schwefelsaure Thonerde verbindet sich mit den schwefelsauren Alkalien zu leicht krystallisirbaren Doppelsalzen, welche im Allgemeinen Alaune genannt werden. Im Mineralreiche finden sich noch Verbindungen der Thonerde mit Schwefelsäure, welche $1/3$ und $2/3$ weniger Schwefelsäure als das eben genannte Salz enthalten.

Schwefelsaure Kali-Thonerde. Wenn man zu einer Auflösung der schwefelsauren Thonerde eine Auflösung vom schwefelsaurem Kali gibt, so scheidet sich ein krystallinisches Pulver nieder, welches eine Verbindung beider Salze ist und aus 1 Mischungsgewicht

schwefelsaurem Kali und drei Mischungsgewichten schwefelsaurer Thonerde besteht. Lös't man den Niederschlag in einer hinreichende Menge kochenden Wassers auf und läßt die Auflösung langsam erkalten, so krystallisirt diese Verbindung mit 24 Mischungsgewichten Wasser verbunden in Oktaëdern aus und stellt dann den bekannten Alaun dar, welcher im Großen in den Alaunwerken dargestellt wird.

Er wird aus verschiedenen Materialien gewonnen; in Italien, Frankreich und Ungarn findet sich ein aus Kieselerde, basisch-schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Kali, Wasser und Eisenoxyd gemengtes Mineral, welches Alaunstein genannt und besonders in Italien auf Alaun benutzt wird. Der Alaunstein wird schwach geröstet und in Haufen mit Wasser besprengt, wodurch er nach und nach zerfällt; nach drei Monaten ist, bei täglichem Besprengen mit Wasser, die Alaunbildung beendigt und der Haufen nach und nach zu einer schlammigen Masse zusammengesunken, welche in große Siedegefäßen mit heißem Wasser ausgezogen wird. Die Lauge wird dann der freiwilligen Verdunstung überlassen, wobei sich meist kubische, zuweilen aber auch oktaëdrische Krystalle absetzen, welche mit einem röthlichen Schlamme bedeckt sind; sie werden als römischer Alaun im Handel gebracht und zeichnen sich durch ihre große Reinheit aus; denn die röthliche Farbe desselben ist bloß durch in Wasser unlösliche Theile bedingt. In diesem Prozeß ist kein Zusatz von Kalisalz nothwendig, da das Mineral kalihaltig ist; wird aber der Alaun aus Alaunschiefer, Alaunerde oder erdiger Braunkohle dargestellt, so muß ihm irgend ein wohlfeiles Kalisalz zugesetzt werden. Die genannten Mineralien bestehen aus kieselsaurer Thonerde, feinzertheiltem Schwefeleisen und einer größeren oder geringeren Menge Kohlenstoff. Sie werden geröstet

und in Haufen der Luft ausgesetzt, wodurch das Schwefeleisen oxydirt wird und die gebildete Schwefelsäure an die Thonerde tritt; dieser Prozeß kann zuweilen zwei Jahre zu seiner Beendigung bedürfen, wobei in der trocknen Jahreszeit die Haufen befeuchtet werden müssen. Nach Beendigung der Oxydation werden die Haufen entweder selbst auf den sogenanten Halden oder in Auslaugekästen mit Wasser behandelt und die ausgelaugte Masse abermals der Einwirkung der Luft ausgesetzt. Die Lauge enthält neben schwefelsaurer Thonerde auch schwefelsaures Eisenoxydul gelös't. Um dieses zu entfernen, wird sie im concentrirten Zustand der Einwirkung der Luft ausgesetzt, wodurch letzteres in neutrales schwefelsaures und in ein unlösliches basischschwefelsaures Eisenoxyd verwandelt wird. Die Lauge wird dann hell abgelassen, nochmals versotten und der Einwirkung der Luft ausgesetzt, damit das schwefelsaure Eisenoxydul völlig umgeändert werde, und nach dem Klären mit einer concentrirten Auflösung von Chlorkalium (wozu das beim Seifensieden abfallende benutzt wird) oder schwefelsaurem Kali (wie es bei der Darstellung der Schwefelsäure gewonnen wird) vermischt, wobei sich schwefelsaure Thonerde mit schwefelsaurem Kali verbunden in pulveriger Form, als sogenanntes Alaunmehl abscheidet. Wird Chlorkalium angewendet, so wird dieses auf Kosten des vorhandenen schwefelsauren Eisenoxyd in schwefelsaures Kali verwandelt. Das Alaunmehl wird mit kaltem Wasser abgewaschen, dann in heißem Wasser gelös't und hierauf in die Krystallisirfässer gegeben. Nach beendigter Krystallisation wird die Mutterlauge abgegossen und das Faß auseinander genommen, wo dann der Alaun in Form des Fasses in ganzen Massen bleibt und so in den Handel kommt. — Eine dritte Art der Alaunbereitung ist die aus Thon, wie sie bei der schwefelsauren Thonerde angegeben

ist; die concentrirte Lauge wird mit schwefelsaurem Kali vermischt und das Alaunmehl wie oben behandelt.

Wird die Rohlauge mit schwefelsaurem Natron oder schwefelsaurem Ammoniak vermischt, so erhält man dem Kalialaun ganz ähnliche Verbindungen; der Natronalaun unterscheidet sich jedoch von den beiden andern Alaunen dadurch, daß er viel löslicher in Wasser ist als diese, und an der Luft verwittert.

Wird eine Auflösung des Alauns so lange mit einer Auflösung von kohlensaurem Kali vermischt, bis ein Niederschlag entsteht, der sich beim Umrühren der Flüssigkeit nicht wieder lös't, so erhält man beim Verdampfen der Flüssigkeit kubische Krystalle, welche reicher an Thonerde sind als der gewöhnliche Alaun und sich dadurch auszeichnen, daß sie im gelös'ten Zustand als Beitzmittel für Färberei und Kattundruckerei die Zeuge nicht mürbe machen und auf die aufgetragenen Farben nicht verändernd wirken.

Der Alaun hat eine sehr verbreitete Anwendung; er dient als solcher, wie auch durch salzsaure, essigsaure Salze zersetzt oder als essigsaure und salzsaure Thonerde in der Färberei und Kattundruckerei, zur Bereitung der Lackfarben, indem in den genannten Prozessen der Farbstoff von der Thonerde zu einer unlöslichen Verbindung angezogen wird; er dient ferner in der Weißgerberei, zum Reinigen des Fettes und Talges u. s. w. und wird als feuerschützendes Mittel und zur Vertilgung von Wanzen benutzt.

Der meiste Alaun enthält sowohl freie Schwefelsäure, als auch schwefelsaurer Eisenoxyd, was ihm für manche Zwecke untauglich macht. Um ihn hiervon zu reinigen, muß er so oft in heißem Wasser gelös't und beim Erkalten umgerührt werden, bis eine Auflösung desselben erst nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden von einer Auflösung des Blutlaugensalzes blau gefärbt oder gefällt wird.

Kieselsaure Thonerde. Diese findet sich in großen Massen im Mineralreich in sehr verschiedenen Formen der Aggregatzustandes und der Farbe als Kaolin oder Porcellanerde, als plastischer Thon, Walkererde, Töpferthon, Thonmergel, Lehm, Röthel u. s. w., und dient hauptsächlich zur Fabrikation irdener Geschirre, vom besten Porcellan bis zum gewöhnlichsten Töpfergeschirre, von Pfeifen, Ziegeln und sehr vielen anderen Gegenständen; eine Beschreibung der einzelnen Arten und der daraus verfertigten Gegenstände würde hier zu weit führen und es wird deshalb auf Schubarth's technische Chemie verwiesen.

Eine Verbindung von 35,8 Theilen Kieselerde, 34,8 Theilen Thonerde, 32,2 Theilen Natron, 3,1 Schwefel und 3,1 Kalk stellt den so hoch geschätzten **Lasurstein** dar, welcher sich an mehreren Orten Asiens vorfindet und sowohl als Schmuckstein als auch zur Bereitung einer blauen Farbe, des schönen **Ultramarins** benutzt wird, welche letztere man jetzt auch sehr schön auf dem Wege der Kunst darstellt.

Von den Verbindungen des Yttriums, Thoriums, Berylliums und Zirconiums.

Ueber diese läßt sich in technischer Beziehung nur wenig sagen, da sie sich nur in sehr seltenen und kostbaren Mineralien vorfinden. Eine Verbindung von kieselsaurer Beryllerde und kieselsaurer Thonerde ist der Smaragd, Beryll und Chrysoberyll, und die Zirconerde macht den Hauptbestandtheil des Hyacinthes aus, Mineralien, welche zur Verfertigung von Schmucksachen benutzt werden und in reinen Exemplaren sehr theuer sind. Thorium und Yttrium liefern für die Technik gar Nichts.



